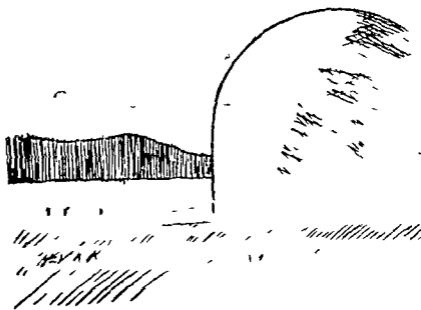


परमाणुओं

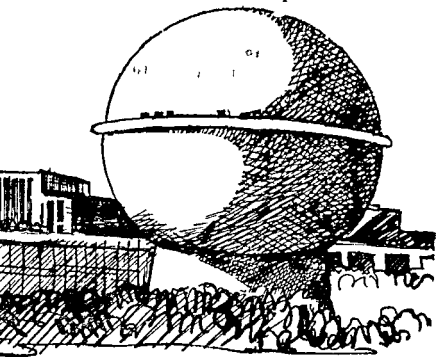
की दृष्टि में

शुकदेव प्रसाद

# शुंकरदेव प्रसाद



# परमाणुओं की दुनिया में



# PARMANUON KI CHHAYA ME

(An Account of the Origin and Development of Atomic Physics)

by

SHUK DEO PRASAD

प्रथम संस्करण : 1986

प्रकाशक

टी० एन० भार्गव एड सस

1131 कटरा, इलाहाबाद—211002

मुद्रक

सुपरफाइन प्रिंटर्स,

4/2, बाई का बाग, इलाहाबाद

मूल्य पैंतीस रुपये

## परमाणुओं की छाया में

|  |    |
|--|----|
| कालोडस्मि                                  | 9  |
| मानव सम्मता के इतिहास का सबसे कल्पित पृष्ठ | 13 |
| परमाणुआ ने बदले विध्वंस के प्रारूप         | 18 |
| कौन था इस विध्वंसलीला का सूत्रधार ?        | 25 |
| एटम बमों के डेर पर बैठी है ये दुनियाँ      | 32 |
| 'पगवाश आदोलन' और विश्व शांति               | 39 |

### परमाणु अनुसंधान और भारत

|   |    |
|---|----|
| भारत का प्रथम परमाणु विस्फोट एव शांतिपूर्ण प्रयोग | 45 |
| भारत में परमाणु अनुसंधान                          | 52 |

### परमाणुओं की दुनियाँ में

|   |    |
|---|----|
| मूल कणा की खोज में                                  | 67 |
| परमाणुओं की अस्थायी प्रकृति और रेडियोधर्मिता की खोज | 84 |
| राजन और एक्स-किरणें                                 | 95 |

### परमाणुओं के नए क्षितिज

|   |     |
|---|-----|
| जब टूटता है परमाणुओं का पाश             | 101 |
| परमाणु मापते हैं काल                    | 108 |
| परमाणु और खाद्य परिरक्षण                | 114 |
| रेडियो समस्थानिक उपयोग के विविध क्षेत्र | 118 |
| परमाणुओं की अपार शक्ति                  | 122 |
| परमाणुआ के अभिशाप                       | 129 |



## दो शब्द

यह अद्भुत समय था कि प्रायः बीसवीं शती के प्रारम्भिक वर्षों में ससार की बहुत सी प्रयोगशालाओं में लगभग एक ही तरह के अनुसंधान शुरू हुए, जिनके आधार पर नाभिकीय युग का सूत्रपात हुआ।

पहले राजन ने जर्मनी में (1895) एक्स किरणों की खोज की। ये किरणें प्रायः ठोस वस्तुओं को भेद सकती थीं। फ्रांस में हेनरी बेकरल (1896) ने यूरेनियम और उसके खनिजों से निकलने वाली किरणों की खोज की। फ्रांस ही में मेरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी ने इस गुण का अध्ययन किया और उसे रेडियोधर्मिता की संज्ञा दी। क्यूरी दम्पति ने पोलोनियम तथा रेडियम (1898) जैसे दो रेडियोधर्मियों तत्व ससार को भेंट किए। इंग्लैंड में रदरफोर्ड (1911) ने परमाणुओं में घन आवेश युक्त नाभिक की घोषणा की और परमाणु संरचना का मॉडल प्रस्तुत किया। डेनमार्क में कार्य कर रहे नील्स बोर् (1913) ने रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल को विस्तृत तथा यथार्थ रूप दिया।

इसी बीच जर्मनी में अल्बर्ट आइंस्टाइन (1905) अपने 'सापेक्षता सिद्धांत' का प्रकाशन कर चुके थे, जिसमें द्रव्य और ऊर्जा के सभाव्य परिवर्तन की विवेचना की गई थी। इंग्लैंड में जेम्स चैडविक (1932) ने न्यूट्रॉन की खोज की। फ्रांस में मैडम क्यूरी की बेटी आइरोन क्यूरी तथा उसके पति जोसियो (1933) ने एल्यूमीनियम पर ऐल्फा कणों की बौछार से कृत्रिम रेडियोधर्मिता की खोज की। इसी बीच अमेरिका में लारेंस और लिविस्टन (1932) ने साइक्लोट्रॉन नामक अद्भुत मशीन बनायी जिससे मूल कणों को उच्च ऊर्जा स्तर तक त्वरित किया जा सकता था। फलतः परमाणुओं का पाश तोड़ने की दिशा में तेजी से अनुसंधान होने लगे।

इटली में एनरिको फर्मी (1934) ने नए खोजे गए मूल कणों यानी यूट्रॉनों की बौछार यूरेनियम पर की। जर्मनी में हान और स्ट्रासमान ने यूरेनियम नाभिक पर न्यूट्रॉन की बौछार कर ज्ञात किया कि यह अपेक्षा कृत हल्के नाभिकों में टूटता है। इस अनुसंधान के माह भर (जनवरी, 1939) के अंदर ही जर्मनी से मागे हुए वैज्ञानिकों माइत्नर और फिश ने इस प्रक्रिया की स्पष्ट व्याख्या की और इसे 'नाभिकीय विखंडन' की संज्ञा दी। विखंडन के फलस्वरूप इस प्रक्रिया में अपार ऊर्जा भी विमोचित होती है।



निस्संदेह एक नए विज्ञान का प्रादुर्भाव हो रहा था। यह वैसा अभिशाप है कि एक तरफ तो वैज्ञानिक समुदाय इसके स्वागत की मन स्थिति में था तो ठीक उसी समय दूसरा महायुद्ध दस्तक दे रहा था। यह बड़ी दुर्भाग्यपूर्ण बात है कि इस नवोद्भूत नाभिकीय ज्ञान का उपयोग पहले विध्वंसक के रूप में किया गया और फल स्वरूप इनिहाम ने 1945 में जापान के लाखा वेगुनाहा को मौत की गोद में दफन होते देखा।

यम प्रकरण के बाद परमाणु अनुसंधान की सृजात्मक दिशा भी दी गई। पर उक्त दुःख प्रकरण की अभी इतिथी नहीं हुई है। इसके पुनरावृत्ति की आशंकाए आज भी बरकरार हैं।

आइए, हम सवल्प करें और शुभकामना भी कि दुनिया में अणु-आयुधों की ऐसी सहार लीला फिर कभी न होगी। यदि ऐसा नहीं हुआ तो भावी पीढ़िया हम मदा कोसनी रहेंगी, इस अपराध के लिए वे हमें कभी माफ नहीं करेंगी।

34 एलनगज

इलाहाबाद—211002

—शुकदेव प्रसाद

निदेशक

विज्ञान वचारािकी अकादमी

परमात्माओं

की

छाया

में



## ‘कालोऽस्मि’

कालोऽस्मि लोकक्षयकृतप्रवृद्धो लोकान्तमाहर्तुमिह प्रवृत्त (गीता 11/32)

अर्थात् ‘मैं लोको का नाश करने वाला महाकाल हूँ, इस समय लोको को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ।’

काल का रथ कमी रुकता नहीं। आइए, हम क्षण भर को कल्पना करें एच० जी० वेल्स के ‘टाइम मशीन’ की और काल को विपरीत दिशा में मोड़ दें। काल का रथ पीछे मुड़कर हमें ले चलता है—धर्मभूमि कुण्डोत्त में, जहाँ युद्ध भूमि में अर्जुन अपने बन्धु-बान्धवों को सामने देखकर युद्ध की इच्छा त्याग रहा है और उसे योगेश्वर कृष्ण कमयोग का उपदेश देते हुए कहते हैं—‘हे सव्यसाची, इन योद्धाओं को तू मरा हुआ समझ। मेरे द्वारा ये पहले से ही मारे गए हैं, तू तो केवल निमित्त मात्र है। अतः अपना काम कर।’ और उसे अपनी योग शक्ति से अपने तंजोमय, विराट स्वरूप का दर्शन देते हुए कहते हैं—‘हे अर्जुन, मैं लोको का नाश करने वाला महाकाल हूँ, इन समय इन लोको को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ।’

काल का रथ चलता रहता है और क्षण भर को ठहरता है बीसवीं शती के मध्याह्न में। 2 दिसम्बर, 1942 को एनरिको फेमि ने शिकागो विश्वविद्यालय के स्टेडियम के नीचे बने वीरान स्क्वैश कोर्ट में पहली बार परमाणु विघटन की नियंत्रित शृंखला प्रक्रिया की सफलता का परीक्षण किया और इस परीक्षण के साथ ही अणु युग का श्रीगणेश हुआ।

16 जुलाई 1945 का दिन। पलक भारते ही हजारो सूर्य की चमक आकाश में छा गयी। देखते ही देखते अलौकिक चमत्कार हो गया और परमाणु बम के इस सफल परीक्षण के अवसर पर परीक्षणकर्ता डॉ० ओपनहाइमर के मस्तिष्क में महाभारत काल की घटना घूम गयी जब कृष्ण के विराट स्वरूप का वर्णन इन शब्दों में सजय राजा धृतराष्ट्र को सुनाता है

विधि सूर्यसहस्रस्य भवेद्युगपदुत्थिता । यदि भा सवशी सा स्याद्भासतस्तस्य  
महात्मन ॥ (गीता 11/12)

अर्थात् 'हे राजन्, आकाश में हजारो सूर्यों के एक साथ उदय होने से उत्पन्न हुआ जो प्रकाश हो, वह भी विश्वरूप परमात्मा के प्रकाश के सदृश कदाचित् ही हो।'

डॉ० राबर्ट ओपनहाइमर की आँखों के सदृश गीता के इन वचनों की सार्थकता स्पष्ट परिलक्षित हो रही थी।

और परमाणु बम के प्रथम परीक्षण के ठीक 22 दिन बाद 6 अगस्त 1945 को अमेरिका ने जापान के प्रमुख शहर हिरोशिमा पर बम गिराया। तथा इसके तीन दिन बाद नागासाकी भी परमाणु बम की चपेट में आ गया। देखते ही देखते दोनो शहर तहस-नहस हो गए। लाखों जानें गयीं। नरसंहार का ऐसा वीभत्स दृश्य देखकर दुनियाँ भय से कांप उठी। अन्त में जापान ने घुटने टेक दिए और द्वितीय विश्व युद्ध की समाप्ति की घोषणा कर दी गयी।

परमाणु बम के पीछे जो मूल सिद्धान्त है, वह अल्बर्ट आइन्स्टाइन द्वारा 1905 में प्रतिपादित 'द्रव्य ऊर्जा सम्बन्ध' ' $E = mc^2$ ' में निहित है। पूर्व स्थापित मान्यताओं, जिनके अनुसार न तो द्रव्य का निर्माण किया जा सकता है न ही विनाश, की नींव को ध्वस्त करते हुए आइन्स्टाइन ने परिकल्पना व्यक्त की थी कि द्रव्य और ऊर्जा एक दूसरे में परिवर्तनशील है। और इसी का सहज परिणाम था—परमाणु बम। लेकिन उन्होंने कल्पना भी न की थी कि ऐसी घटना उनके जीवन काल में ही घटने वाली है।

सन् 1939 में अन्तर्राष्ट्रीय स्थिति भयंकर होती जा रही थी। हिटलर की तानाशाही अपनी बुलंदी पर थी। उसकी आक्रामक नीतियों और घोषणाओं से सारे यूरोप में आतंक छा गया था। अब जापानी सरकार के प्रतिनिधियों की आँखें खोल देने के लिए अणु शक्ति का प्रदर्शन आवश्यक हो गया था। अतः जुलाई 1939 में वैज्ञानिक जीलाड और विजनर ने आइन्स्टाइन से विचार विमर्श किया और अतः आइन्स्टाइन ने अमेरिकी राष्ट्रपति फ्रैंक्लिन डी० रूजवेल्ट को पत्र लिखा

'डियर मिस्टर प्रेसीडेंट । ई० फोर्म तथा एल० जीलार्ड के कुछ नए अनुसंधानों से मुझे अवगत कराया गया है । इन अनुसंधानों की पाण्डुलिपि का अध्ययन करने के पश्चात् मुझे विश्वास हो गया है कि निकट भविष्य में ही वैज्ञानिक यूरेनियम को एक नए और महत्वपूर्ण, शक्ति स्रोत के रूप में प्रयुक्त करने में सफल हो जायेंगे । इस तरह का केवल एक ही बम अगर किसी बन्दरगाह पर फेंका गया तो वह उस बन्दरगाह के साथ-साथ आस-पास के इलाके का भी सफाया कर देगा ।'

राष्ट्रपति ने नाजियों के दमन को रोकने के लिए तुरन्त कदम उठाया । उनके आदेशानुसार 'मॅनहाटन प्रोजेक्ट' नामक अणु बम योजना प्रारम्भ हुई ( वैसे दिखावे के तौर पर इस योजना को डी० एस० एम० 'डिवेलपमेंट ऑव सब्स्टिट्यूट मैटीरियल्स' नाम दिया गया था ) तथा न्यू मैक्सिको स्थित लास अलामोस नामक स्थान पर अणु बम को अंतिम रूप देने के लिए प्रयोगशाला स्थापित की गयी । इसके निदेशक थे—राबर्ट ओपनहाइमर और फोर्म थे उप-निदेशक । यही 16 जुलाई 1945 को ओपनहाइमर ने प्रथम परमाणु बम का सफल परीक्षण किया ।

परमाणु बम की विनाश लीला देखकर महाविज्ञानी आइन्स्टाइन रो उठे । उन्होंने कहा—'मानव परमाणु शक्ति के योग्य नहीं है ।' उनकी भावना थी कि इसका उपयोग मानव जाति की सेवा में होगा । वे जीवन भर इसके लिए अफसोस करते रहे । उन्होंने राष्ट्रपति रूजवेल्ट को पत्र मात्र इसलिए लिखा था कि यदि कहीं पहले ही जर्मनी बम बना डाले तो दुनिया का सहार हो जायेगा, अतः हिटलर की तानाशाहियों को नेस्त नाबूद करने के लिए ही उन्होंने ऐसी पहल की थी । उनका विश्वास था कि जापान के लोगों पर इसके भीषण प्रयोग की आवश्यकता नहीं होगी । किन्तु वैसा नहीं हुआ ।

जीवन भर आइन्स्टाइन परमाणु शक्ति की सहारकता से विश्व को अवगत कराते रहे और परमाणु परीक्षणों पर रोक लगाने की अपील भी । वह इसलिए नहीं, कि वह पश्चाताप की आग में जल रहे थे बल्कि इसलिए कि राजनीतिज्ञों की अपेक्षा वैज्ञानिक गण इस बात को अधिक समझते हैं । अतः विश्व शान्ति की स्थापना में वैज्ञानिकों को प्रमुख भूमिका निभानी चाहिए ।

आज सारे प्रमुख राष्ट्र परमाणु अस्त्रों से अपने को लैस करते जा रहे हैं । मानव अस्तित्व खतरे में है । आज भी जापान की धरती में उपजी सताने रेडियोधर्मी विकिरणों के अभिशाप से मुक्त नहीं । वे जन्म से ही लूली-लगड़ी, अघी और बहरी पैदा होती हैं, जो निश्चय ही मानवता के नाम पर कलक हैं । इससे चिंतित होकर ब्रिटिश दार्शनिक, वैज्ञानिक बर्टेंड रसेल ने 23 दिसम्बर

1954 को ब्रिटिश रेडियो से परमाणु शक्ति के विध्वंसक परिणामों की ओर दुनिया का ध्यान आकर्षित किया और एक घोषणा पत्र तैयार किया। घोषणा पत्र पर हस्ताक्षर करने वाले प्रथम वैज्ञानिक थे—आइंस्टाइन। खेद है कि उसके ठीक 2 दिन बाद महाविज्ञानी नहीं रहे। बाद में इसी 'रसेल-आइंस्टाइन घोषणा पत्र' से विश्व शांति की स्थापना की मूल-भावना से प्रेरित 'पगवाश आन्दोलन' की नींव पड़ी।

काल का रथ रकता नहीं। अनवरत चलता रहता है। अब देखना है कि आने वाले समय में काल का रथ ऐतिहासिक पृष्ठों में क्या-क्या अंकित करता है? यदि हम अब भी नहीं चेते तो दैवयोग से बचे मौभाग्यशाली भविष्य दृष्टा आइंस्टाइन की वाणी को काल के चमत्कार रूप में परिणित होते अवश्य देखेंगे—'तीसरे विश्व युद्ध में अणु आयुधों से सम्मता अधिकांशतः नष्ट हो जायेगी और चौथे विश्व युद्ध तक मानव 'सम्मता के पापाणकाल' में ही होगा।'



## मानव सभ्यता के इतिहास का सबसे कलुषित पृष्ठ

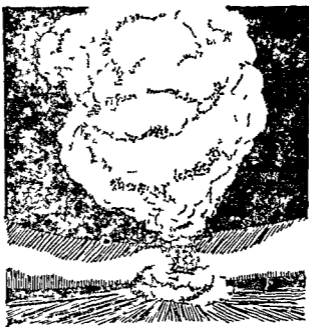
6 अगस्त 1945 की सुबह हिरोशिमा (जापान) वासियो के लिए रोज की ही तरह शुरू हुई। लोग अपने दैनिक कार्यों में लगे थे। सब कुछ सामान्य ही था पर किसी पता था कि यह सुबह मौत का पैगाम लेकर आयेगी। कोई सवा आठ बजे आसमान में लोगो ने एक हवाई जहाज उड़ते देखा। उससे कोई चीज गिरी और पल भर में मृत्यु का ताडव नृत्य प्रारम्भ हो गया।

इसी तरह 9 अगस्त 1945 की सुबह नागासाकी (जापान) वासियो के लिए भी दुःखदायी साबित हुई। सुबह के 11 बजे आसमान में हवाई जहाज की आवाज सुनायी पड़ी और एक धमाका हुआ जैसा कि 6 अगस्त को हिरोशिमा पर हुआ था। पलक झपकते ही भाग की लपटें निकलने लगी। दोनों शहर तहस-नहस हो गये। लाखों जानें गयीं।

बम विस्फोट के पश्चात् आँखों को अंधा कर देने वाली चमक (फ्लैश) उत्पन्न हुई। लागा के आगे अंधेरा छा गया। उनकी चमड़ी जलने लगी। त्वचा के बाल उड़ गये। विस्फोट में उत्पन्न विकिरण के प्रभाव से ऐसी गर्मी और वैचैनी लोगो ने महसूस की कि वे पागलो की भाँति नगे ही नदी में कूदने लगे।

बम विस्फोट की क्रूरता का आँखों देखा हाल दिल दहलाने वाला है। सौभाग्यवश बची महिला कितायामा अपने सस्मरणों में लिखती है





परमाणु विस्फोट से उत्पन्न रेडियो धूल का बादल

‘मैं नहीं जानती, पहले चमक दिखाई दी या विस्फोट का धमाका हुआ, जो मेरे पेट के भीतर तक आवाज कर रहा था। अगले ही क्षण मैं जमीन पर थी और उसके बाद तो मेरे आसपास जैसे सब कुछ गिरने लगा। मुझे कुछ दिखाई नहीं दे रहा था। चारों तरफ गहरा अंधेरा था। मलबे से निकल कर किसी तरह मैं बिसटती हुई बाहर आयी थी।’

‘एक तेज गध ने मुझे घेर लिया और तभी मुझे लगा जैसे मेरे चेहरे की चमड़ी अलग हो गयी है। यही हाल हाथों और पैरों का था। कुहनी से लेकर अंगुलियों के पैरों तक की सारी चमड़ी लटक रही थी।’

‘पुल के नीचे मैंने जो कुछ देखा वह दिल दहला देने वाला था। सैकड़ों लोग नदी में बहे जा रहे थे। वे पुरुष हैं या औरतें, कुछ समझ में नहीं आया। सबके चेहरे सूजे हुए थे। सफेद, सबके बाल खड़े हुए थे। हाथों को ऊपर उठाये चिल्लाते हुए सैकड़ों लोग नदी की ओर भागे जा रहे थे। इच्छा मेरी भी हुई। मेरा सारा बदन तप रहा था। पता नहीं वह कैसी गर्मी थी कि मेरे सारे कपड़े जल गये थे। पर इससे पहले कि मैं नदी में कूदती, न जाने मुझे कैसे याद आ गया कि मुझे तैरना नहीं आता।’

'पुल पर लौट आयी 'पुल के दोनों ओर की पक्की दीवार गायब थी। पुल तनिक भी सुरक्षित नहीं था। पुल के नीचे मरे हुए भुत्तो और बिल्लियों की तरह लोगो की लाशें बही जा रही थी—लगभग नंगी लाशें। किनारे के उथले पानी में एक औरत छित पड़ी थी। उसके शरीर के कुछ हिस्से बट गये थे। पून वह रहा था। कितना भयानक था वह दृश्य। ऐसी क्रूर चीज हुई कैसे? बचपन में दादा नरक की कहानियाँ सुनाया करते थे। मुझे लगा, कहीं नरक ही तो घरती पर नहीं आ गिरा।'

और अब सुनिमें नागासाकी पर गिरे बम की बीभत्स लीला की आँधी देखी झलक, जो नागासाकी के पास स्थित उराकामी क्षयरोग अस्पताल के मुख्य चिकित्सक डॉ० तात्सुई चोरो अकीजुकी के शब्दा में इस प्रकार है

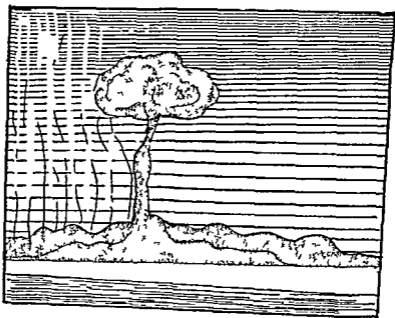
'मैंने एक टूटी पिडकी के बाहर का दृश्य देखा और स्तमित रह गया। आसमान घना काला था। धुएँ के बादल तैर रहे थे। उस कालिमा के नीचे सारे मकान धू-धू कर जल रहे थे। लग रहा था जैसे स्वयं पृथ्वी सज्जालाएँ फूट कर सब कुछ तहस-नहस कर रही हैं। लोगो पर कई रंग मंडरा रहे थे—काला, पीला, नारंगी। और इस तरह नरक से भाग निकलने के लिए लोग कीड़ो की तरह छटपटा रहे थे। यह कैसा विध्वंस था। अग्नि का समुद्र, धुएँ का आसमान। लग रहा था, जैसे ससार समाप्त हो गया है।'

द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान अमेरिका द्वारा जर्मनी समर्थक जापान के प्रमुख शहरो हिरोशिमा और नागासाकी पर डाले गए परमाणु बमो से उत्पन्न तबाही का जीवन दृश्य हमने भुक्तभागियों की आपबीती से देखा, जाना। बम विस्फोट में दोनों शहर तो उजड़े ही, हिरोशिमा का लगभग 13 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र और नागासाकी का लगभग 7 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र मलबे में बदल गया। कई लाख जानें गयीं, जिनमें बड़े-बूढ़े भी थे और अबोध दूध पीते बच्चे भी। बचे बचे लोग आज भी विस्फोट में निकले घातक रेडियो विकिरण से अभिशप्त हैं। आज भी वहाँ की घरती में अधो, लूली, लँगडी और बहरी सतानें उपजती हैं। तमाम शारीरिक विकृतियाँ शिशुओ को विरासत में मिलती हैं।

परमाणु बम में यूरेनियम पर न्यूट्रानो की बीछार की जाती है। फल-स्वरूप यूरेनियम का नाभिक टूटता है और नये न्यूट्रॉन कण उत्पन्न होते हैं, अपार ऊर्जा उत्सर्जित होती है, साथ ही रेडियो एक्टिव किरणें भी जो शरीर को बार-बार कर जाती हैं, चमड़ी जला, डालती हैं, बाल गिर जाते हैं और हमारे शरीर की कोशिकाओं तक को ये किरणें मार डालती हैं। गुणसूत्र (क्रोमोसोम),

जो माँ-बाप के गुण बच्चों में पहुँचाने का काम करते हैं, की रचना में ये किरणें टूट-भूट पैदा कर देती हैं। गुणसूत्रों में रेडियो विचरण से हुए परिवर्तन से नये नये गुण सतानों में दृष्टिगोचर होने हैं और ये प्रायः घातक होते हैं। यही कारण है कि बम विस्फोट के लगभग चार दशक बाद भी वहाँ के वायुमंडल में उपस्थित रेडियो सक्रिय धूल वहाँ के नागरिकों को अपने प्रभाव से मुक्त नहीं कर सकी है और आज भी लोग उसी तरह तड़प-तड़प कर मरते हैं।

परमाणु भट्टियों में यूरेनियम, प्लूटोनियम या थोरियम जैसे पदार्थ (जो रेडियो एक्टिव हैं, अर्थात् इससे हमेशा अदृश्य चिन्तु घातक किरणें निकलती रहती हैं) प्रयुक्त होते हैं। आणविक प्रक्रियाओं में उत्पन्न कचड़ा भी रेडियो धर्मो होता है और उसके प्रभाव में आकर शारीरिक क्षय और विकृतियाँ उत्पन्न होती हैं। इस कचड़े को नष्ट कर पाना समस्या है। यदि इसे समुद्र में डाल दिया जाय तो जल की लहरों के साथ-साथ इसका प्रभाव दूर-दूर तक फैल जायेगा जो समुद्री जीवों और आस-पास की वस्तियों के लोगों को प्रभावित करेगा।



समुद्र में किए गए नाभिकीय परीक्षण से उत्पन्न 'मशहूम क्लाउड'

वायु में अथवा जल में किये गए परमाणु परीक्षण हमेशा घातक होते हैं, अतः जापान के बम कांड की त्रासदी को ध्यान में रखते हुए उचित यही है

कि परमाणु परीक्षणों एव बमों के निर्माण पर रोक लगा दी जानी चाहिये, अन्यथा अणु हथियारों से अपनी ही मौत देखने में कोई बचेगा भी नहीं।

दुनिया की बड़ी शक्तियाँ अणु हथियारों से अपने को लैस करती जा रही हैं। यह दुःखद स्थिति है। कदाचित् सच यही है, जैसा कि बम प्रकरण के बाद प्रसिद्ध वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन ने कहा था, मानव परमाणु शक्ति के योग्य नहीं है।

जब परमाणु के अन्दर छिपी शक्ति का रहस्योद्घाटन हुआ था तो आशा बँधी थी कि मानव परमाणु को तोड़ कर उसकी शक्ति का उपयोग शांतिपूर्ण कार्यों में करेगा, जैसे कारखानों तथा दैनिक कार्यों के संचालन के लिए बिजली बनाने में, पृथ्वी के गभ में छिपी खनिज सम्पदा तथा तेल आदि का पता लगाने, और सुरंग बनाने के लिए। लेकिन यह धारणा द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान मिथ्या साबित हुई।

बमों के परीक्षणों, विस्फोटों तथा परमाणु भट्टियों में प्रक्रियाओं के कारण वातावरण में रेडियो धर्मी तत्वों की मात्रा बढ़ती जाती है। वास्तव में कुछ रेडियो धर्मी तत्व क्षीणता से विघटित होते हैं, किन्तु कुछ विघटन में पर्याप्त समय लेते हैं और लम्बी अवधि तक रेडियो धर्मी विकिरणों का उत्सर्जन करते रहते हैं। वस्तुतः यही तत्व वायुमण्डल की रेडियो धर्मिता में निरंतर वृद्धि करते रहते हैं। वातावरण में उपस्थित रेडियो धर्मी धूल से स्ट्राशियम—90 मानव हड्डियों में कैल्शियम के स्थान पर संचित हो जाते हैं और मांस पेशियाँ में पोटैशियम की जगह सीजियम—137 के समस्थानिक (आइसोटोप) संचित होते रहते हैं। ये वनस्पतियों के द्वारा हमारे खाद्य से होकर शरीर में पहुँचते हैं और अस्थि कैंसर उत्पन्न करते हैं। दुग्ध पशुओं में घास और चारे के माध्यम से यह पदार्थ पहुँचते हैं और इस प्रकार गायों के दूध में भी रेडियो सक्रिय पदार्थ उपस्थित रहते हैं जो नाना व्याधियों को जन्म देते हैं।

अन्य प्रदूषणों को नियंत्रित किया जा सकता है, और कम भी किया जा सकता है, पर रेडियो धर्मी प्रदूषण समस्या ही बना रहेगा। अतः बेहतर यही होगा कि आणविक प्रक्रियाओं में साफ-सुपरी एव विकसित-सुरक्षित तकनीक ही अपनायी जाये जिससे प्रदूषण का खतरा कम हो सके। परमाणु परीक्षण रोकें जाय ताकि विश्वयुद्ध के मँडराते बादल छूट सकें।

## परमाणुओं ने बदले विध्वंस के प्रारूप

विस्फोटकों की शुरुआत हम बारूद की खोज से मानते हैं। हमें यह ज्ञात नहीं है कि बारूद का आविष्कारक कौन था? सबसे पहिली बार रोजर बेकन नामक एक अंग्रेज भिक्षु ने 1245 में अपनी पुस्तक 'द सीक्रेट वक्स ऑफ आर्ट एंड नेचर' में बारूद का उल्लेख किया था। उसने लिखा है—'मैंने शोरे, गंधक और कोयले को मिलाया और फिर उसमें आग लगाई। इसके परिणाम स्वरूप एक कौंध और मेघ गजन जैसी आवाज पैदा हुई। हम इसे विस्फोट कहेंगे।'।

कदाचित् इसी नाते कुछ लोग रोजर बेकन को ही बारूद का आविष्कारक कह देते हैं पर वह इस खोज का कोई उपयोग नहीं कर सका।

उसने खेल-खेल में बारूद खोजी पर बारूद को लोहे की नली में रखकर आग लगाने की कला दुनिया को सिखाई बर्नोल्ड श्वाल्ज नामक एक जर्मन भिक्षु ने।

फिर एक जर्मन रसायनज्ञ क्रिश्चियन शॉनवीन ने 1845 में 'गन-कॉटन' नामक विस्फोटक की खोज की। इससे भी कहीं घातक और शक्तिशाली विस्फोटक पदार्थ था—नाइट्रोग्लिसरीन जिसे 1846 में तूरीन के रसायनज्ञ एस्केनियो सोन्नेरो ने खोजा था।

आगे चलकर 1886 में स्वीडिश रसायनज्ञ अल्फ्रेड नोबेल ने नाइट्रोग्लिसरीन को कीजलगर (Kieselgubr) नामक पदार्थ में

सुखाकर अत्यंत शक्तिशाली विस्फोटक डाइनामाइट की खोज की। ये वही अल्फ्रेड नोबेल थे, जिनके नाम पर आज का प्रख्यात 'नोबेल पुरस्कार' दिया जाता है।

आग से लेकर डाइनामाइट तक की खोज यात्रा कई और पढावों से गुजरी है। कई और भी विस्फोटक समय-समय पर खोजे गए और वे प्रयुक्त भी होते रहे।

लेकिन जब परमाणुओं का पाश तोड़ कर उसकी शक्ति का रहस्य आदमों ने पा लिया तो विध्वंसकों का जो स्वरूप सामने आया, उससे सारी दुनियाँ धर्रा उठी। यह विध्वंसक था—परमाणु बम। वस्तुतः परमाणुओं ने विध्वंसकों की दुनिया एकदम से बदल कर रख दी।

6 अगस्त 1945 और इसके तीन दिन बाद जापान के प्रमुख शहरों कमेश हिरोशिमा और नागासाकी पर अमेरिका ने दो धडाके किये। देखते ही देखते दोनों के दोनों शहर उजड़ गए। लाखों जानें गईं। बरबादी और तबाही का ऐसा ताडव शायद सभ्यता के इतिहास में पहले कभी नहीं हुआ था। और सभी लोगों की जुबान पर एक नया शब्द चढ़ गया—परमाणु बम। हाँ, अमेरिका ने जापान पर परमाणु बम डाले थे। परमाणु बम को डालने के बाद द्वितीय विश्वयुद्ध का अंत तो हो गया पर उससे विध्वंस की शृंखला कदापि ठप नहीं हुई।

परमाणु विस्फोट में निकले घातक रेरियो विकिरणों से जापान के लोग अभी तक अभिशप्त हैं। आज भी वहाँ विकलांग सतानें पैदा होती हैं। परमाणु बम से घातक होता है हाइड्रोजन बम और इससे भी विध्वंसकारी, नृशस होता है न्यूट्रॉन बम, पर पहले दोनों से तनिक भिन्न। पहले दोनों बमों से जहाँ धन-जन दोनों को क्षति होती है वही न्यूट्रॉन बम अर्थाधिक विकिरणों के उत्सर्जन के कारण मात्र जीवधारियों का विनाश करता है, मकानों, भवनों का नहीं। कहने की आवश्यकता नहीं कि सामरिक दृष्टि से यह उपयोगी है पर ये इतने मारक हैं कि इनके प्रभाव तले सभ्यता का अन्त भी निश्चित है। यह भी मात्र संयोग है कि 6 अगस्त 1945 को परमाणु बम का विस्फोट हुआ और 6 अगस्त 1981 को अमेरिकी राष्ट्रपति रीगन ने न्यूट्रॉन बम बनाने का निषेध लिया जिसे पूर्व राष्ट्रपति श्री कार्टर ने 1978 में टाल दिया था। निषेध ही इस सूचना से समूचे विश्व में खलबली मची है और विश्वयुद्ध के बादल फिर एक बार मडराने लगे हैं।

**बमों की ऊर्जा का रहस्य**

आखिर बमों में इतनी अपार ऊर्जा कैसे और कहाँ से आती है? बमों

का निदान्त यह है कि या तो कोई भारी नाभिक (Heavy Nucleus) टूटती है—यानी विघटन (fission) अथवा दो छोटे नाभिक आपस में मिलकर एक भारी नाभिक बनाते हैं—यानी संलयन (fusion) और इस प्रक्रिया में उन रक्तों के नाभिकों के द्रव्यमान (mass) में थोड़ी कमी आ जाती है जो वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन द्वारा प्रतिपादित 'द्रव्य-ऊर्जा सम्बन्ध' (Mass Energy Relation) के अनुसार ऊर्जा में बदल जाती है। समीकरण है—

$$E = mc^2$$

(जहाँ  $E$  = ऊर्जा,  $m$  = द्रव्यमान और  $C$  = प्रकाश का वेग)

अभी इस सिद्धांत का मात्र एक ही पक्ष सच हो पाया है। इस सिद्धांत का सच कितना कड़वा साबित होगा, किसने सोचा था? यो इसके दो पहलू हैं। परमाणु भट्टियों में नियंत्रित शृंखला प्रक्रियाओं (Controlled Chain Reactions) से विद्युत का उत्पादन किया जा सकता है और अनियंत्रित प्रक्रियाओं (Uncontrolled Chain Reactions) द्वारा परमाणु बम से तबाही मचायी जा सकती है।

### परमाणु विखंडन और परमाणु बम

हान और स्ट्रॉसमॉन (Hahn and Strassman) नामक जर्मन वैज्ञानिकों ने सर्वप्रथम ज्ञात किया कि तीव्र-गामी न्यूट्रॉनों की बमबारी से यूरेनियम का नाभिक दो खण्डों में विखंडित हो जाता है तथा इस प्रक्रिया में और न्यूट्रॉन निकलते हैं एव ऊर्जा विमुक्त होती है। इस क्रिया को नाभिकीय विखंडन (Nuclear Fission) नाम दिया गया। इस प्रक्रिया में अपार ऊर्जा विमुक्त होती है। यूरेनियम के एक नाभिक के विखंडन के फलस्वरूप लगभग 200 मिलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

ऊर्जा के उत्सर्जन की बात पहले भी बताई जा चुकी है। विषय को और स्पष्ट करने के लिये या समझा जा सकता है कि यूरेनियम का प्रारम्भिक द्रव्यमान, प्राप्त द्रव्यमानों से अधिक होता है। द्रव्यमान में जो क्षति होती है, वह आइन्स्टाइन के समीकरण के अनुसार में ऊर्जा के उत्सर्जन में प्रयुक्त हो जाती है अर्थात् द्रव्य का ऊर्जा में रूपांतरण हो जाता है।

अब आइए, बमों की प्रक्रिया समझी जाये। जब यूरेनियम—235 पर न्यूट्रॉनों की बमबारी की जाती है [यूरेनियम के दो समस्थानिक (Isotopes) होते हैं—U-235 और U 238, U 235 पर मद् न्यूट्रॉन से विखंडन प्रारम्भ हो जाता है पर U 238 के विखंडन के लिए तीव्रगामी न्यूट्रॉनों की आवश्यकता होती है।] तो विखंडन में 3 न्यूट्रॉन उत्सर्जित होते हैं, ऊर्जा विमुक्त होती है।

मूल नाभिक दो नाभिको—बेरियम तथा क्रिप्टन (Ba, Kr) में टूटता है। यदि परिस्थितियाँ अनुकूल हुईं तो ये न्यूट्रॉन अन्य नाभिको का विखंडन कर सकते हैं, जिससे पुन नए नाभिक बनेंगे, न्यूट्रॉन निकलेंगे और ऊर्जा मुक्त होगी। ये नए न्यूट्रॉन क्रमशः विखंडन को आगे बढ़ा सकते हैं। तात्पर्य यह कि विखंडन शृंखला (chain) प्रारम्भ हो जाती है।

यदि इस प्रक्रिया को नियंत्रित कर लिया जाये अर्थात् कृत्रिम उपायो से इसे धीरे-धीरे कराया जाय तो उत्सर्जित ऊर्जा को सृजनात्मक कार्यों में प्रयुक्त किया जा सकता है। नाभिकीय रिएक्टर (परमाणु भट्टी) में यही प्रक्रिया होती है जिससे बिजली बनायी जाती है।

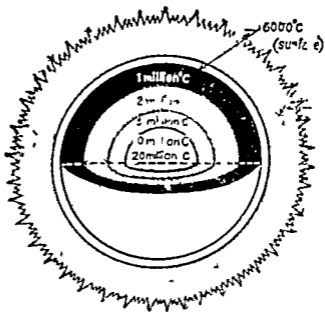
परंतु नाभिकीय विखंडन की शृंखला प्रक्रिया को नियंत्रित न किया जाय तो भयंकर विस्फोट होता है और अपार ऊर्जा के साथ घातक रेडियो तरंगें निकलती हैं जो वर्षों तक जीवधारियों को अपने प्रभाव से मुक्त नहीं करती।

परमाणु बम बनाने में यूरेनियम तथा प्लूटोनियम दोनों प्रयुक्त होते हैं। चूक मद् न्यूट्रानो से U 235 ही टूटता है अतः परमाणु बमों में यही प्रयुक्त होता है। विखंडित होने वाले पदार्थ के लिए यह आवश्यक है कि वह एक निश्चित द्रव्यमान (जिसे शास्त्रीय भाषा में 'क्रान्तिक द्रव्यमान' Critical Mass) कहा जाता है) से अधिक द्रव्यमान का हो। इस स्थिति के लिए विखंडनीय पदार्थ के दो खंड लिए जाते हैं जिनमें से प्रत्येक का द्रव्यमान 'क्रान्तिक द्रव्यमान' से कम होता है और जब दोनों का आपस में मेल हो जाता है तो प्राप्त द्रव्यमान 'क्रान्तिक द्रव्यमान' से अधिक हो जाता है। फलस्वरूप अनियंत्रित शृंखला प्रक्रिया प्रारम्भ हो जाती है। पलक झपकते ही लाखों डिग्री ताप और उच्च वायुमंडलीय दाब उत्पन्न हो जाता है। अधा कर देने वाली चमक उत्पन्न होती है और मीलों तक जीवधारियों का नामोनिशा नहीं बचता। विस्फोट से भवन, अन्य संपदाओं का भी नाश हो जाता है। इससे निकले घातक रेडियो धर्मों विकिरण (Radio Active Radiations) सैकड़ों मील तक के क्षेत्र में जीवधारियों को क्षति पहुँचाते हैं और उनमें आनुवंशिक रूप से शारीरिक विकृतियों को जन्म देते हैं।

### हाइड्रोजन बम

हाइड्रोजन बम की प्रक्रिया परमाणु बम की ठीक उल्टी है। जहाँ परमाणु बम में मद् न्यूट्रानो की बौछार से एक भारी नाभिक दो हल्के नाभिको में टूटता है, वही इसमें दो हल्के नाभिक आपस में सलचित (Fuse) होते हैं और भारी





सूर्य के अंदर विद्यमान अणु ऊर्जा भंडार का रहस्य है उसके अंदर निरन्तर हो रही नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया

नाभिक का निर्माण करते हैं। हाइड्रोजन बम में सलयन की प्रक्रिया होती है। प्रक्रिया के प्रारम्भ में हल्के नाभिकों का सम्मिलित द्रव्यमान प्रक्रिया के अंत में बने भारी नाभिक के द्रव्यमान से थोड़ा अधिक होता है। द्रव्यमान में कमी ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। इस क्रिया को 'नाभिकीय सलयन' (Nuclear Fusion) या 'ताप नाभिकीय अभिक्रिया' (Thermo Nuclear Reaction) कहते हैं। सूर्य में भी हाइड्रोजन बम की ही प्रक्रिया निरन्तर चलती रहती है अर्थात् चार हाइड्रोजन परमाणुओं के आपस में मिलने से हीलियम का एक नाभिक बनता है एवं ऊर्जा विमुक्ति होती है।

धरती पर नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया तभी संभव है जब इतना उच्च ताप हो। अतः हाइड्रोजन बम में परमाणु बम भी रखा रहता है जिसके विस्फोट से लगभग लाखों डिग्री ताप उत्पन्न कराया जाता है और इतने ऊँचे ताप पर हाइड्रोजन के समस्थानिकों—ट्राइटियम और ड्यूटेरियम ( ${}_1\text{H}^2$  और  ${}_1\text{H}^3$ ) का सलयन होता है और विध्वंसकारी ऊर्जा उत्पन्न होती है।

परमाणु बम से हजारों गुना शक्तिशाली होता है हाइड्रोजन बम। यह भी संयोग देखिए कि हाइड्रोजन बम को भी अमेरिकी वैज्ञानिकों ने ही आविष्कृत किया।

हाइड्रोजन बम बनाने के लिये पहले एक मिश्र धातु के खोल में ड्यूटे-रियम और ट्राइटियम रख दिया जाता है। नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया आरम्भ करने के लिये खोल के अंदर रखे परमाणु बम का न्यूट्रॉनो की सहायता से विस्फोट कराया जाता है जिससे सलयन के लिए आवश्यक ताप प्राप्त हो जाता है—और इस उच्च ताप पर ड्यूटेरियम तथा ट्राइटियम के सलयन से हीलियम नाभिक बनता है तथा ऊर्जा निकलती है। उक्त क्रिया पलक क्षणकते ही पूरी हो जाती है। इसमें उत्पन्न न्यूट्रॉन यूरेनियम या प्लूटोनियम का विखंडन करते हैं जिससे बम की विध्वंसक शक्ति में और वृद्धि हो जाती है। चूंकि इस बम में 'क्रांतिक द्रव्यमान' प्राप्त नहीं करना होता है अतः बम के आकार की कोई बदिश नहीं। आकार कितना भी बड़ा हो सकता है।

इसका उपयोग मात्र विध्वंसक कार्यों में ही किया जा सकता है। इधर इसकी तकनीक और आसान हो गई है जिसमें अब यूरेनियम, प्लूटोनियम की भी जरूरत नहीं पड़ती। अब विखंडन क्रिया की भी जरूरत नहीं रही। लीथियम हाइड्राइड पर लेसर पुंजो की बौछार से सीधे हाइड्रोजन बम में सलयन प्रक्रिया प्रारम्भ हो सकती है।

$$\frac{10,001}{2814188}$$

न्यूट्रॉन बम

परमाणु बम, हाइड्रोजन बम के बाद विध्वंसको की दुनिया में नया नाम है—न्यूट्रॉन बम। यह मात्र लघु आकार का विखंडन रहित हाइड्रोजन बम है अर्थात् इसमें विस्फोट तरंगों न निकलकर ऊर्जा न्यूट्रॉन विकिरण के रूप में विमुक्त होती है। यह ऊर्जा भवनो, टैंको को अप्रभावित छोड़कर उनके अन्दर के जीवों पर प्रहार करती है।

चूंकि इस बम में विस्फोट की प्रक्रिया नहीं होती है, अतः संपत्ति का नाश इससे नहीं होता है। परमाणु बम में विस्फोट तरंगें अधिक निकलती हैं। हाइड्रोजन बम में चूंकि न्यूट्रॉनो का भी उत्सर्जन अधिक होता है एव विस्फोट भी, अतः यह 'सलयन बम' परमाणु बम से अधिक घातक होता है जो जन-घन दोनों को क्षति पहुँचाता है, पर न्यूट्रॉन बम (जो मात्र लघु, विखंडन-रहित हाइड्रोजन बम है) में विस्फोट तरंगों के बजाय न्यूक्लीय विकिरण की समृद्धि पर जोर दिया जाता है। इसमें 80% से अधिक ऊर्जा घातक न्यूट्रॉनो के पुंज के रूप में निकलती है जबकि परमाणु बम में 50% से अधिक ऊर्जा विध्वंसक-विस्फोट एव आघात तरंगों के रूप में होती है, न्यूट्रॉन-विकिरण मात्र 5% होती है। न्यूट्रॉन बम में इसकी अपेक्षा 16 गुना अधिक न्यूट्रॉनो का उत्सर्जन होता है।

विस्फोट तरंगें तो निकलती ही नहीं। अतः यही कारण है कि यह सपत्ति को नुकसान पहुँचाये बगैर मात्र जीवों का संहार करता है। निश्चय ही ये बम सामरिक उपयोग के हैं।

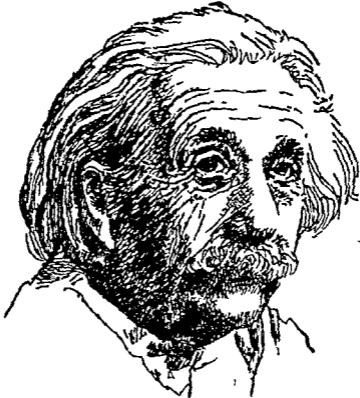
न्यूट्रॉन बम में सलयन प्रक्रिया को आरम्भ करने के लिये यूरेनियम विखडन की आवश्यकता नहीं पड़ती। यह काय साधारण विस्फोटको-टी० एन० टी० (ड्राई नाइट्रो टालुईन) से भी हो जाता है अतः न्यूट्रॉन बम को इसलिये छोटा किया जा सकता है। टी० एन० टी० के प्रयोग से बम में भयंकर विस्फोट नहीं होता, फलतः विस्फोट तरंगें नहीं उत्सर्जित होती। कुल मिलाकर इसमें घातक न्यूट्रॉनों के उत्सर्जन पर बल दिया जाता है।

न्यूट्रॉन बम बनाने का प्रयास सन् 1950 से अमेरिका और रूस में चल रहा था। अमेरिका ने 1963 में नेवाडा मरुस्थल में न्यूट्रॉन बम का परीक्षण किया था जिसकी समूचे विश्व में तीव्र प्रतिक्रिया हुई। विपक्ष में कई बम विरोधी जन-आंदोलन हुए। राष्ट्रपति काटर ने तो अपने शासन-काल में इस पर पावदी भी लगा दी थी पर 'अमेरिकी राष्ट्रीय सुरक्षा 'कोसिल' के नियोजन समूह की बैठक में राष्ट्रपति रीगन ने न्यूट्रॉन बम बनाने की अपनी मजूरी दे दी है। यह निर्णय अगले विश्वयुद्ध का संकेत भी हो सकता है।

## कौन था इस विध्वंस लीला का सूत्रधार ?

यह हमारे लिए खेद का विषय है कि आइन्स्टाइन का नाम लेने से जन सामान्य के मन में यह प्रतिक्रिया होती है कि वह केवल उन्हें परमाणु बम से ही जोड़ पाता है और वह इस बात को स्मरण नहीं कर पाता कि आइन्स्टाइन के विचारों ने विज्ञान के इतिहास में क्रान्तिकारी योग दिए। उनके द्वारा प्रतिपादित 'सापेक्षता' सिद्धान्त की महत्ता तत्कालीन समाज जल्दी समझ न सका। उन युग प्रवर्तक विचारों की सर्वव्यापकता तो लोगों ने तब स्वीकारी जब उनके सिद्धान्त उनके जीवन काल में ही प्रायोगिक स्तर पर सही साबित हुए। उन्होंने प्रयोगशाला में कोई कार्य नहीं किया। बन के स्विस पेटेंट दफ्तर में क्लर्क की नौकरी करते हुए उन्होंने क्रान्तिकारी विचारों को जन्म दिया। वे कहा करते थे कि मेरा मस्तिष्क ही मेरी प्रयोगशाला है।

यदि सचमुच उनके विचारों से लोगों में निष्क्रियता थी तो मैं लिंकन थारनेट की भाँति इसे जन समुदाय की 'बौद्धिक शून्यता' को सजा देना चाहूँगा। वे प्रसिद्ध भी हुए अपने इन्हीं विचारों के कारण। उन्हें, नोबेल पुरस्कार भी मिला था लेकिन 'सापेक्षता' के लिए नहीं, बल्कि 'प्रकाश-वैद्युत प्रभाव' (Photo Electric Effect) के नियम के प्रतिपादन के लिए। यह कैसा विरोधाभास है कि जिस सापेक्षवाद के लिए वे विश्व विख्यात हुए, जिसके समझने या समझाने की बात पर सरह-सरह के किस्से मशहूर हैं, उस कार्य पर नहीं बल्कि अपेक्षाकृत साधारण कार्य के लिए उन्हें पारितोषिक दिया गया।



मानवता के प्रबल पक्षधर महाविज्ञानी आइंस्टाइन, जिन्हें समझने में इतिहास ने भूल की

बार्नेट अपनी पुस्तक 'The Universe And Dr Einstein' में इस बात पर अच्छा प्रकाश डालते हैं—'सन् 1905 से जबकि प्रथम बार विशेष सापेक्षवाद का सिद्धान्त प्रकाशित हुआ था, 50 वर्षों तक आइंस्टाइन की वैज्ञानिक विशिष्टता और उनके जन साधारण द्वारा समझे गए रूप के बीच जो भयानक खाई उपस्थित रही, वह हमारी शिक्षा प्रणाली में अन्तर्निहित रिक्तता का माप-दण्ड है। आज अधिकांश समाचार-पत्र पढ़ने वाले इस बात से मोटे तौर पर परिचित हैं कि परमाणु बम से आइंस्टाइन का सम्बन्ध था, लेकिन इस बात को छोड़ देने पर उनका नाम गूढता के आवरण में ही रह जाता है। यद्यपि उनके सिद्धान्त आधुनिक विज्ञान में बहुत महत्वपूर्ण स्थान रखते हैं, तथापि वे आधुनिक अध्ययन क्षेत्र में अपना स्थान नहीं बना सके हैं। इसलिए यह बात सच भी विस्मयपूर्ण नहीं है कि एक मालेज स्नातक अब भी आइंस्टाइन को, भौतिक सत्यता (Physical Reality) को समझने के लिए मानव के मद सपर्य

में अत्यधिक महत्वपूर्ण ब्रह्मांडीय नियमों (Cosmic Laws) के आविष्कारक के रूप में नहीं, बल्कि एक विशुद्ध गणितज्ञ के रूप में जानता है। वह इस बात से परिचित नहीं है कि सापेक्षवाद अपनी वैज्ञानिक उपलब्धियों के अतिरिक्त एक महती दार्शनिक प्रणाली का भी जन्मदाता है, जो लॉक, बकले और ह्यूम जैसे महान् ज्ञानियों के विचारों को प्रकाशित और अभिवर्द्धित करता है। परिणामतः वह अपने विशाल एवं रहस्यमय ब्रह्माण्ड (Universe) के बारे में, जिसमें वह निवास करता है, बहुत कम जानकारी रखता है।'

वास्तव में आइन्स्टाइन के विचारों में दार्शनिकता का पुट है। आइन्स्टाइन स्वयं कहा करते थे—'मैं भौतिक-विज्ञानी की अपेक्षा दार्शनिक ज्यादा हूँ। उन विचारों को समझने में, उसका मूल्यांकन करने में लोगों को बहुत समय लगा, जो इस बात का प्रत्यक्ष प्रमाण है कि आइन्स्टाइन विलक्षण प्रतिभा वाले मेधावी पुरुष थे। ऐसी गूढ़ बातें साधारण मस्तिष्क में जन्म ले ही नहीं सकती।

प्रसिद्ध भौतिक विज्ञानी प्रा० पाल डिराक के शब्दों में सापेक्षवाद ने विज्ञान में पूरी नवीन विचारधारा का समावेश किया और आइन्स्टाइन ने अकेले विज्ञान के इतिहास में सम्पूर्ण प्रवाह की दिशा धारा को ही बदल दिया।

प्रा० डिराक लिखते हैं—'प्रथम विश्व युद्ध के अंत से पूर्व कुछ विशेषज्ञों को छोड़कर लोग सापेक्षवाद के सिद्धान्त और आइन्स्टाइन के विषय में कुछ भी नहीं जानते थे। यह एक ऐसा समय था जब प्रत्येक व्यक्ति युद्ध से परेशान था। इनमें युद्ध जीतने और हारने वाले दोनों ही शामिल थे। हर कोई सोचने के लिए कुछ नई बात चाहता था। सापेक्षवाद ने वही अवधारणा उन्हें दी जो वे चाहते थे। शीघ्र ही यह बातचीत का आम विषय बन गया। जब मैंने आइन्स्टाइन का नाम पहले पहल सुना, मैं त्रिस्टल यूनिवर्सिटी में इजीनियरी का विद्यार्थी था। यह सब कुछ इतना अद्भुत, अवास्तविक और प्रचलित विचारधारा से एकदम अलग लगा। इसने विज्ञान में एक पूरी नवीन विचारधारा का समावेश किया।'

बर्ट्रैंड रसेल के अनुसार सापेक्षता का सिद्धान्त 'शायद अब तक मानव मेधा की महानतम समन्वयात्मक उपलब्धि है। दो हजार वर्षों से भी अधिक का गणित और भौतिकी का परिश्रम इसमें पूर्णत्व पाता है।'

सापेक्षता ('Relativity') के जनक के रूप में वे विश्वविख्यात हैं लेकिन सापेक्षता का नाम लेने से आज भी अधिकांश जन-मानस नीरसता का अनुभव करता है। वह तो समाज में केवल बम-प्रसंग से ही जुड़े रह गए जो मात्र सयोग ही था। उन्होंने तो केवल सिद्धांत की बात की थी कि 'द्रव्य' और 'ऊर्जा' (Mass and Energy) आपस में परिवर्तनशील हैं और द्रव्य से ऊर्जा विमुक्ति

की सम्भावना उन्होंने प्रकट की थी लेकिन उन्हें ऐसा विश्वास नहीं था कि उनके जीवन काल में ही बम बन सकेगा। अमेरिका द्वारा द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान जापान के दो प्रमुख शहरों—हिरोशिमा और नागासाकी पर गिराये गए बम का प्रकरण मानवीय इतिहास का दुःखद पृष्ठ है जिसके लिए आइन्स्टाइन जीवन भर अफसोस करते रहे। लेकिन उन्होंने अपने को कभी अपराधी नहीं महसूस किया। वे स्वीकारते हैं कि—‘परमाणु बम के निर्माण में मेरा एकमात्र योगदान था कि मैंने रूजवेल्ट (अमेरिकी राष्ट्रपति) को चिट्ठी लिखी।’ और वह भी मात्र हिटलर की तानाशाही को समाप्त करने के लिए। उन्होंने रूजवेल्ट को अमेरिका में चल रहे परमाणु अनुसंधान के बारे में लिखा। रूजवेल्ट ने कड़ा रुख अपनाया और अन्ततः अगस्त 1945 में अमेरिका ने जर्मनी समर्थक जापान के दो शहरों को बम गिराकर तहस-नहस कर दिया। सारी दुनिया भय से काँप उठी। और द्वितीय विश्व युद्ध के समाप्ति की घोषणा कर दी गई।

आइन्स्टाइन का विश्वास था कि ‘जापान के लोगो पर इसके प्रयोग की आवश्यकता नहीं होगी लेकिन वैसा नहीं हुआ। रूजवेल्ट को पत्र लिखने का उन्हें जीवन भर अफसोस रहा। शांति स्थापना में वे हमेशा लगे रहे। यह दूसरी बात है कि उन्हें इतिहास ने परमाणु बम का जनक समझा। इस बारे में स्वयं आइन्स्टाइन का कहना था ‘मैं अपने आपको परमाणु ऊर्जा विमोचन का जनक नहीं मानता। इसमें मेरी भूमिका नितान्त अप्रत्यक्ष थी। मैंने कभी भी यह कल्पना नहीं की थी कि यह मेरे जीवन काल में विमुक्त हो सकेगी। मैं केवल इतना ही सोचता था कि यह सैद्धान्तिक रूप से सम्भव है इसकी खोज ओटोहान ने बर्लिन में की किन्तु इसकी सही विवेचना लिज माइतनर ने की और इस सूचना को जर्मनी से भागकर नील्स बोर तक पहुँचा दी खोज व्यक्ति द्वारा की जाती है, सगठनों द्वारा नहीं।’

हाइड्रोजन बम के प्रबल विरोधी ए० जे० मस्ट को 1952 में लिखे गये एक पत्र में वे लिखते हैं—‘सैनिक लक्ष्यों के लिए विज्ञान का दुरुपयोग करने वाले वैज्ञानिकों का आप मुझे सरदार मानते हैं, यह आपकी गलतफहमी है, दरअसल सैनिक तो दूर, व्यावहारिक विज्ञान के क्षेत्र में भी मैंने कोई काम नहीं किया है। अपने समय की सैनिक मनोवृत्ति को मैं निन्दा करता हूँ। दरअसल मैं आजीवन शांतिवादी रहा हूँ और गाँधी को इस युग की—एकमात्र महान् राजनीतिक विभूति मानता हूँ।’

शांति एवं अहिंसा के पुजारी गाँधी के विचारों के वे हिमायती थे। जून 1950 में संयुक्त राष्ट्र रेडियो के साक्षात्कार के समय जब उनसे प्रश्न किया गया—इस संघट की घड़ी में आप विश्व में लोगो को कौन से शब्द प्रसारित

करना चाहेंगे ? तब उनका स्पष्ट उत्तर था—‘हमारे समय के समस्त राजनीतिक पुरुषों में गांधी जी के विचार सर्वाधिक प्रबुद्ध हैं, हमें उनका अनुसरण करना चाहिए, हमें हिंसा का प्रयोग नहीं करना चाहिए।’

विश्व मानचित्र में शांति की स्थापना के मसीहा गांधी के वे प्रबल समर्थक थे और उनके विचारों की सुन्दरता को अपने जीवन में उतारने की भरसक चेष्टा करते रहे।

परमाणु शक्ति के विध्वंसक परिणामों को देखकर ब्रिटिश गणितज्ञ, दार्शनिक बर्ट्रैंड रसेल ने परमाणु परीक्षण पर रोक लगाने के लिए दुनिया भर से अपील की। इस कार्य हेतु उन्होंने जो घोषणा पत्र तैयार किया, उस पर हस्ताक्षर करने वाले प्रथम वैज्ञानिक थे—आइन्स्टाइन। बाद में इसी ‘रसेल-आइन्स्टाइन घोषणा पत्र’ से विश्व शांति की मूल भावना से प्रेरित ‘पगवाश आन्दोलन’ की नींव पड़ी।

वास्तव में शांति स्थापना में वे जीवन के अन्तिम वर्षों तक लगे रहे। वे प्रारम्भ से ही हिटलर की तानाशाही के खिलाफ थे। उन्होंने 1914 में 92 जर्मन बुद्धवादियों के उस घोषणा पत्र पर हस्ताक्षर करने से अस्वीकार कर दिया, जिसमें जर्मन संस्कृति और जर्मन सैनिक प्रवृत्ति को मान्यता दी गई थी। इस प्रकार उन्होंने अपनी बौद्धिक स्वच्छन्दता अक्षुण्ण रखी। सन् 1923 में जर्मनी में हिटलर ने अपने शासन काल में यहूदियों के विरुद्ध बर्बरतापूर्ण व्यवहार करना प्रारम्भ कर दिया था। उन दिनों आइन्स्टाइन अमेरिका के पासाडेना नामक स्थान में व्याख्यान देने गये हुये थे। वहीं से उन्होंने जर्मनी न वापस आने का फैसला कर लिया। उन्हें ऐसे राष्ट्र शासकों से नफरत थी, जहाँ वैज्ञानिक स्वच्छन्दता का दमन किया जाता हो। नाजी विरोध की भावना के प्रदर्शन के लिए उन्होंने ‘प्रशियन अकादमी’ से त्याग-पत्र दे दिया और फिर स्थायी रूप से अमेरिका के नागरिक बनकर वहीं रह गए। प्रिस्टन स्थित ‘इन्स्टीट्यूट फार एडवान्स्ड स्टडीज’ में भौतिकी के प्राध्यापक नियुक्त होकर जीवन के अन्तिम क्षणों तक वहीं रहे।

जब भी उन्हें लगा कि बुद्धिजीवियों की वैचारिक स्वतन्त्रता का हनन हो रहा है, वे चुप नहीं रहे। द्वितीय विश्व युद्ध के पश्चात् अमेरिका में एक अवसर ऐसा भी आया जब जन-जीवन त्रस्त हो गया। उस राजनीतिक हलचल में वामपथ से तनिक भी सहानुभूति रखने वाले व्यक्ति को राजनीतिक उत्पीड़न दिया जाने लगा तो उस समय ‘न्यूयार्क टाइम्स’ ( 12 जून, 1953 ) में अपना एक पत्र प्रकाशित कराके उन्होंने इसका विरोध किया और समस्त अमेरिकी बुद्धिजीवियों का आवाहन करते हुए उन्होंने कहा कि इस समय असहयोग ही



उनके लिए सबसे सही और प्रातिहारि शय हो सकता है। जब अधिनाथ बुद्धिजीवियों ने उनके इस प्रस्ताव से असहमति दिखायी तो उन्होंने और स्पष्ट ढंग से कहा कि, 'अज्ञानी शासकों की तानाशाही बुद्धिजीवियों को यूँ चुपचाप बिना सधर्ष के नहीं क्षेपनी चाहिए।' '

उन्हे शांति प्रिय थी। अशांति एवं तानाशाही के वे खिलाफ थे। जापान का बम-प्रसंग उनके स्वयं के जीवन में एक कारुणिक प्रसंग बन कर आया जो उन्हें काफी अरसे तक सालता रहा लेकिन यह उनकी मजबूरी थी। हिटलर के विरोध एवं इसराइलवासियों की जीवन रक्षा के लिए उन्होंने ऐसा बम उठाया था। रुजवेल्ट को लिखे गए पत्र के दुःपद परिणामों के लिए वे अपने जीवन की साध्य बेला में भी अफसोस करते रहे। गाँधी की दूरदर्शी नीति में उन्हें दृढ़ विश्वास था और उनके सिद्धांतों की महानतम सम्भावनाओं की ओर दुनिया के लोगो का ध्यान आकर्षित कराने में उन्होंने कोई कोर कसर नहीं छोड़ी। इतिहास ने उन्हें परमाणु बम का सूत्रधार समझकर भूल ही की जिसका परिष्कार हीना चाहिए।

जीवन भर वह बमों के खिलाफ बोलते रहे। वह इस नाते नहीं कि वे इसके लिए अपने को दोषी मानते थे बल्कि इस नाते कि वे इसे अपना और वैज्ञानिक समुदाय का उत्तरदायित्व मानते थे

'एल्फ्रेड नोबेल ने उस समय तक ज्ञात सर्वाधिक शक्तिशाली विस्फोटक की खोज की जिसकी विध्वंसक शक्ति अद्वितीय थी। उन्होंने अपने अन्तरतम को सान्त्वना देने के लिये शांति पुरस्कार की स्थापना की। आज उन भौतिक वैज्ञानिकों की भी वही भावना है जिन्होंने सर्वाधिक घातक एवं रोमाचक युद्धास्त्र (परमाणु बम) तैयार किया है—इसलिये नहीं कि वे अपने को दोषी मानते हैं वरन् इसलिये कि वे इसे अपना उत्तरदायित्व समझते हैं। हम विश्व को बारम्बार आगाह करने से चूकेंगे नहीं हमने इस युद्धास्त्र का निर्माण इसलिये किया कि यदि नाजी हमसे पूर्व उसे बना लेते तो विश्व का सहार हो गया होता। हमने अमेरिका तथा ब्रिटिश लोगो के हाथों में इस ब्रह्मास्त्र को इसलिये सौंपा कि वे मानवता के रक्षक बनें। लेकिन युद्ध तो जीत लिया गया किन्तु शांति नहीं। हम भौतिक विज्ञानी न तो राजनीतिज्ञ हैं, न ही राजनीति में हस्तक्षेप करना चाहते हैं। लेकिन हम लोग कुछ ऐसी बातें जानते हैं जो राजनीतिज्ञ नहीं जानते। हम अपना कर्तव्य समझते हैं कि हम उन्हें सचेत कर दें।'

शांति का दम भरने वालों को उनकी खुली चुनौती थी

'उन्हें एक स्वर से पूर्ण निरस्त्रीकरण की घोषणा करनी चाहिये। जब

तक सेनायें रहेगी, युद्ध होता रहेगा। लोग तब तक मेरी चापलूसी करते रहते हैं, जब तक मैं उनके मार्ग का रोडा नहीं बनता। यदि मैं उनके प्रतिकूल उद्देश्यों की ओर प्रयास करता हूँ, तो वे गाली देते हैं और दशक लोग मूक रहते हैं।'

'जब तक युद्ध की सम्भावना बनी हुई है, तब तक राष्ट्र सैन्य दृष्टि से तैयार रहना चाहेंगे लोग कभी नहीं चाहेंगे कि उन्हें धीरे-धीरे निरस्त्र किया जाय, उन्हें तो एक क्षटके में ऐसा किया सकता है या फिर नहीं ही हमारे समक्ष दो रास्ते हैं—या तो हम शान्ति का पथ अख्तियार करें या फिर वही पुराना बबरतापूर्ण रास्ता।'

फिर भी उनके मन में आशा की एक किरण विद्यमान थी

'मैं ऐसा नहीं मानता कि परमाणु बम से लड़े गये युद्ध में सभ्यता का उच्छेदन हो जायेगा। शायद धरती के दो-तिहाई लोग मारे जायें लेकिन तो भी एक तिहाई ऐसे लोग बचे रहेंगे जो सोचने में सक्षम होंगे और पर्याप्त पुस्तकें बची रहेंगी जिनसे सभ्यता को पुनः प्राप्त किया जा सकेगा।'

कदाचित् यह विश्लेषण यह बात कहने के लिए काफी है कि आइन्स्टाइन बम प्रकरण के सूत्रधार नहीं थे। भ्रमवश उन्हें इसका जनक समझ गया। इस मिथ्यावरण से उनकी मानवतावादी छवि धूमिल होती है। समय रहते इति-हास की इस भयकर भूल का परिष्कार होना ही चाहिए।

## एटम बमों के ढेर पर बैठी है ये दुनियाँ

बढ़ती जनसंख्या और समाप्तप्राय ससाधनों के दौर में, वर्तमान में और आने वाले दशकों में हमें ऊर्जा ससाधनों की खोज, नई-नई प्रौद्योगिकियों के विकास एवं आर्थिक-सामाजिक चुनौतियों का सामना करना पड़ेगा। इस सक्रमण काल में, जबकि अपनी अस्तित्व रक्षा के लिए अनुसंधान एवं विकास कार्यों में हमें अपनी ऊर्जा लगानी चाहिए, दुनिया के अधिकांश मुल्क अपने सैन्यबल को ही सुगठित और समृद्ध करने की दिशा में सचेष्ट हैं। यदि शस्त्रों की होड़ की गति ऐसी हो बनी रही तो निश्चय ही विश्व युद्ध के बादल मडरा रहे हैं। परमाणु अस्त्रों से समूची मानवता का नाश होने में बिलम्ब नहीं।

देखा जाय तो पता चलता है कि सृजनात्मक एवं असैनिक व्यय की तुलना में सैन्य व्यय वही अधिक है। एक अनुमान के अनुसार लगभग 5 खरब डालर की विपुल राशि सारी दुनिया की सैनिक तैयारियों में लगी हुई है तथा इससे लगभग 10 करोड़ लोग प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से प्रभावित हैं।

**सैन्य व्यय—कितनी राशि ?**

इस समय दुनिया भर में नियमित सेनाओं में भर्ती लोगों की संख्या लगभग 25 करोड़ है। दुनिया भर के रक्षा विभागों में सैन्य उद्देश्यों की पूर्ति में लगे असैनिक लोगों (सैनिक उपकरणों की

पूर्ति से सम्बन्धित प्रत्यक्ष और औद्योगिक रोजगार में) की सख्या लगभग 40 लाख है।

वर्दी धारी सैनिकों और सैन्य उपकरणों की पूर्ति में लगे असैनिक लोगों के अतिरिक्त प्रत्यक्ष रूप से थोड़ी मानव शक्ति और भी इसमें शामिल है। सैन्य शोध एवं सैन्य विकास में विज्ञानियों एवं अभियंताओं की अपनी अहम् भूमिका है। एक अनुमान के अनुसार वर्तमान में सैन्य शोध एवं विकास में लगे वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं की सख्या लगभग 5 लाख है।

स्पष्ट है कि विशुद्ध सैन्य क्रिया-कलापों में प्रत्यक्ष रूप से 3 करोड़ 95 लाख लोग लगे हुए हैं।

सम्पूर्ण विश्व में वर्दी धारी सैन्य कर्मचारी वर्ग की सेवा करने वाले लोगों के साथ-साथ सेना को वस्तुओं तथा सेवा की पूर्ति करने के कार्य में, सेना द्वारा प्रत्यक्ष रूप से नियोजित श्रमिक बल में, लगभग 43 करोड़ 5 लाख लोग लगे हुए हैं।

प्रत्यक्ष रूप से सैन्य सेवा में नियोजित लोगों की सख्या की अपेक्षा अप्रत्यक्ष रूप से सैन्य सेवाओं में लगे लोगों की सख्या 50 से 100 प्रतिशत अधिक है। पूरे विश्व में औद्योगिक नियोजन में प्रत्यक्ष रूप से लगभग 60 लाख श्रमिक लगे हैं। इस आधार पर ज्ञात होता है कि अप्रत्यक्ष रूप से सैन्य व्यय पर आधारित, औद्योगिक पदों की अतिरिक्त सख्या लगभग 30 लाख से 60 लाख तक है।

इन आंकड़ों से स्पष्ट है कि सैन्य व्यय में कितनी विपुल धनराशि और श्रमिक शक्ति शामिल है। उल्लेखनीय है कि यह राशि और श्रमिक शक्ति इन कार्यों के निमित्त निरन्तर बढ़ती ही जा रही है। सेनाओं में भर्ती किये जा रहे लोगों की सख्या में पिछले दो दशकों में पर्याप्त वृद्धि हुई है। 1960 की अपेक्षा सन् 1980 में सारी दुनिया में सैनिकों की सख्या तिगुनी हुई है। 1970 की अपेक्षा 1980 में सैनिकों की सख्या में 10 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। विकसित देशों में सैनिकों की सख्या में ठहराव आया है (आधुनिक आयुधों के भंडारण में नहीं) पर विकासशील राष्ट्रों में यह सख्या अवश्य बढ़ती रही है। उत्तरी अटलांटिक सन्धि संगठन (North Atlantic Treaty Organisation—NATO), वारसा सन्धि संगठन (Warsaw Treaty Organisation) के कारण सम्पूर्ण विश्व के सैन्य बल में 40 प्रतिशत की वृद्धि हुई है, जिसका अनुपात चीन

में 17 प्रतिशत, एशिया, अफ्रीका और लातीनी अमेरिका जैसे विकासशील देशों में लगभग 38 प्रतिशत है।

अब आइए, एक नजर सैन्य औद्योगिक उत्पादनो पर भी डाली जाय। एक अनुमान के अनुसार समग्र विश्व का सैन्य औद्योगिक उत्पादन 1976 और 1977 का लगभग 10 खरब 50 अरब डालर था। ध्यान देने की बात है कि यह अनुमान 1976 के पूरे विश्व के सैन्य व्यय का मात्र 30% भाग है।

### सामरिक प्रौद्योगिकी

वर्तमान मूल्यों के अनुसार 1980 में विश्व सैनिक व्यय 50,000 करोड़ डालर का था। यह राशि पृथ्वी पर मौजूद प्रत्येक स्त्री, पुरुष और बच्चे के लिए लगभग 110 डालर के बराबर है।

विश्व में अभी तक किये गये अनुसंधान एवं विकास कार्यों पर ध्यान दिया जाय तो पता चलेगा कि अनुसंधान के अन्य क्षेत्रों—ऊर्जा, स्वास्थ्य, प्रदूषण नियंत्रण और कृषि आदि के संयुक्त लक्ष्यों से भी आगे सैनिक लक्ष्य ही रहा है। वास्तव में विश्वव्यापी सैनिक अनुसंधान और विकास, विकासशील देशों में किए जाने वाले समस्त अनुसंधान एवं विकास की तुलना में कम से कम 6 गुना है।

वस्तुतः द्वितीय विश्व युद्ध के बाद हथियारों की प्रौद्योगिकी में तेजी से परिवर्तन हुए हैं। अनुमानतः बड़े आयुधों की सभी श्रेणियों के 5 से 8 वर्षों के अन्दर 'नए मॉडल' आ जाते हैं। हथियारों की प्रौद्योगिकी में निरन्तर परिवर्तन एवं परिष्करण होता रहता है। सामरिकी और युद्ध कौशल की अपेक्षा प्रौद्योगिकी आगे रही है।

समस्त अनुसंधान एवं विकास की तुलना में सैनिक अनुसंधान और विकास व्यय सर्वाधिक है। केवल दो देश, संयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस ही सैनिक अनुसंधान और विकास पर इसका बहुत बड़ा अंश व्यय करते हैं। यदि इसमें फ्रांस और ब्रिटेन को मिला दिया जाय तो यह अंश 90 प्रतिशत से ऊपर हो जाएगा।

### रचनात्मक परिवर्तन की व्यापक संभावनाएँ

उपर्युक्त आँकड़े बताते हैं कि समस्त विश्व की एक बहुत बड़ी पूंजी विध्वंसक कार्यों की भेंट चढती जाती है। यदि इन्हें सृजनात्मक कार्यों में लगाया जा सके, तो युद्ध के बादल तो छटेंगे ही, विश्व-शांति की स्थापना के साथ-साथ प्यासी-तृष्पती मानवता को भी क्षाण मिलेगा।

सारणी—विश्व सैनिक व्यय का वितरण (1955-1980)  
प्रतिशत\*

| समूह   | 1955   | 1960   | 1965   | 1970   | 1975   | 1980   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| न्यूक्लीय हथियार वाले राज्य (क)  | 81.4   | 78.9   | 76.0   | 75.8   | 67.1   | 64.6   |
| घात अग्रणी शस्त्र निर्माता (ख)   | 76.2   | 73.3   | 67.4   | 65.8   | 57.4   | 55.8   |
| नाटो और डब्ल्यू० टी० ओ०, जिनमें से संयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस (ग) | (68.7) | (63.7) | (48.9) | (47.4) | (31.9) | (27.1) |
| जन्म विकसित देश (घ)  | 9.8    | 10.1   | 13.6   | 15.4   | 16.0   | 15.1   |
| विकासशील देश जिनमें से   | 3.3    | 4.5    | 5.9    | 7.2    | 13.5   | 16.1   |
| मध्य पूर्व (च)   | 0.6    | 0.9    | 1.3    | 2.2    | 7.3    | 7.8    |
| दक्षिण एशिया   | 0.6    | 0.6    | 1.1    | 0.9    | 0.9    | 1.1    |
| सुदूर पूर्व (छ)  | 1.0    | 1.4    | 1.4    | 1.6    | 1.9    | 3.6    |
| अफ्रीका (ज)  | 0.1    | 0.3    | 0.8    | 1.2    | 1.8    | 1.7    |
| लातीनी अमेरिका   | 1.0    | 1.3    | 1.3    | 1.3    | 1.6    | 1.8    |

(क) संयुक्त राज्य अमेरिका, सोवियत रूस, फ्रांस, ब्रिटेन, और चीन।

(ख) संयुक्त राज्य अमेरिका, सोवियत रूस, फ्रांस, ब्रिटेन।

(ग) इन विषयों से सम्बन्धित अंतर्राष्ट्रीय समुदाय की भावना के अनुसार किसी एक देश के सरकारी दैनिक बजट आंकड़े, अधिकांश अन्य देशों के आँकड़ों के साथ प्रत्यक्ष रूप से तुलना योग्य नहीं हैं, क्योंकि अध्ययन में भिन्नता है और मुद्रा परिवर्तन दरों की कठिनाइयाँ आती हैं। स्टॉकहोम अंतर्राष्ट्रीय शान्ति अनुसंधान संस्था (एस० आई० पी० आर० आई०) के द्वारा लगाए गए अनुमानों के अनुसार विश्व सैनिक व्ययों में संयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस का हिस्सा निम्न प्रकार से है—

| 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 |
|------|------|------|------|------|------|
| 65.0 | 62.6 | 58.2 | 58.7 | 50.1 | 48.0 |

(घ) नाटो और डब्ल्यू० टी० ओ० को छोड़कर अन्य यूरोपीय देश और आस्ट्रेलिया, चीन, इजरायल, जापान, न्यूजीलैंड और द० अफ्रीका इसी वर्ग में आते हैं।

(च) इजरायल को छोड़कर

(छ) चीन और जापान को छोड़कर

(ज) दक्षिण अफ्रीका को छोड़कर

\*स्रोत—विश्व शस्त्रीकरण और निरस्त्रीकरण, सिपरी—एस० आई० पी० आर० आई० शब्दकोष 1981, पृष्ठ 156-169 (ग को छोड़कर समस्त पाद टिप्पणियों के लिए)।

एक रचनात्मक सपरिवर्तन यह होगा कि अभी तक जिन साधनों को सैनिक उद्देश्यों की पूर्ति हेतु लगाया जा रहा है, उन्हें सार्वजनिक क्रियाकलापों तथा गतिशील अथ व्यवस्था में लगा दिया जाय।

वस्तुतः यह परिवर्तन बदलाव की उस प्रक्रिया का निर्माण या पुनर्नियोजन है जिसको वास्तविक मानवीय और भौतिक ससाधनों को वस्तुओं और सेवाओं के उत्पादन के एक क्षेत्र से हटाकर दूसरे क्षेत्र में लगाए जाने से मतलब है। यहाँ पर विशेष रूप से आशय सैनिक प्रयोजनों के लिए वस्तुओं और सेवाओं के उत्पादन में लगे साधनों को उन वस्तुओं और सेवाओं के उत्पादन में लगाना है जो कि आर्थिक एवं सामाजिक विकास में योगदान कर सकें। तात्पर्य विशेष रूप से उन ससाधनों के परिवर्तन एवं पुनर्नियोजन से है जो कि सेना द्वारा इस्तेमाल या उपयोग की जाने वाली वस्तुओं के उत्पादन में लगे हैं और जिन वस्तुओं की असैनिक उपयोगिता या तो थोड़ी है या बिल्कुल ही नहीं है।

परिवर्तन की समस्या को व्यापक परिप्रेक्ष्य में रखते समय यह ध्यान देना होगा कि परिवर्तन की समस्या को इस रूप में रखना बिल्कुल ही व्यावहारिक नहीं होता कि एक बार ही 500 अरब डालर की माग को प्रतिस्थापित किया जाय या असैनिक श्रम शक्ति में करोड़ों लोगों को लगाया जाय, क्योंकि एकाएक सैनिक प्रौद्योगिकी को असैनिक रूप में परिवर्तित करने जैसा विकल्प हमारे पास नहीं है और न ही आयुधों के भंडारों को विनष्ट ही किया जा सकता है। अतः ये कुछ विचारणीय प्रश्न हैं जिनका समाधान होने में समय लगने की संभावना है।

## निरस्त्रीकरण और विकास साथ-साथ

वस्तुतः बदलाव की समूची मानसिकता विश्व स्तर पर निर्मित करने की जरूरत है। तभी विध्वंसक प्रौद्योगिकी और उसमें अन्तर्निहित श्रम, शक्ति और पूँजी को सृजनात्मक कार्यों में लगाया जा सकेगा।

इस दिशा में निरस्त्रीकरण ही एक कारगर उपाय हो सकता है बशर्ते दुनिया की सभी, बड़ी एवं छोटी, शक्तियाँ इसके लिए तैयार हों। निरस्त्रीकरण जहाँ शस्त्र सेनाओं के आकार और व्यय में कटौती करने की एक प्रक्रिया है, वही शस्त्रों को, चाहे वे प्रयोग में लाये जा रहे हों, या मात्र जमा करके रखे गए हों, विनष्ट या विखटित करना भी है। साथ ही नए शस्त्रों के उत्पादन की क्षमता को उत्तरोत्तर समाप्त करना और सैनिक कर्मचारियों को मुक्त करके नागरिक जीवन में समाविष्ट करना भी है। इसका चरम उद्देश्य है—प्रभुत्वकारी अंतर्राष्ट्रीय नियंत्रण के अंतगत व्यापक और सम्पूर्ण निरस्त्रीकरण।

ऐसा करने से हम प्रत्येक व्यक्ति के लिए उर्वर और मर्यादापूण अस्तित्व से सम्बन्धित बुनियादी आवश्यकताओं की व्यवस्था कर सकेंगे और समुचित धर्यों में यही विकास की परिभाषा भी है। विकास का अर्थ यह भी है कि प्रत्येक व्यक्ति को आर्थिक और सामाजिक प्रक्रिया में पूरी तरह से हिस्सा लेने का अवसर मिले और वह उसके लाभों का भागीदार बने। यह तभी होगा जब विकसित और विकासशील देशों के बीच के अन्तर को हटाया जाय और वर्तमान तथा भावी पीढ़ियों के लिए शांति एवं न्याय विषयक आर्थिक तथा सामाजिक विकास के कार्य को तत्परता एवं शीघ्रता से आगे बढ़ाया जाय।

इस दिशा में संयुक्त राष्ट्र सभ के महासभा के छठें विशेष अधिवेशन में (अप्रैल-मई 1974) 'नव-अंतर्राष्ट्रीय आर्थिक व्यवस्था' (A New International Economic Order) का घोषणा पत्र और उसके कार्यक्रमों की स्वीकृति प्रशसनीय चरण है। इसके व्यापक कार्यक्रमों पर अमल करना आशातीत सफलताओं के द्वार खोल सकता है।

### निरस्त्रीकरण की सभावनाएँ

इस दिशा में प्रथम चरण है सैनिक सामानों के स्थान पर असैनिक सामानों का उत्पादन। इस परिवर्तन की समग्र सभाव्यता के उत्साहजनक परिणाम ठो द्वितीय विश्व युद्ध के बाद ही अनुभव किए जाने लगे थे।

अनेक विकासशील देशों में पर्याप्त निरस्त्रीकरण किया जाता है तो वहाँ उससे विकास योजनाओं को कार्यान्वित करने के कार्य में उपस्थित होने वाली वर्तमान वित्तीय कठिनाइयाँ विशेष रूप से आसान हो जायेंगी। हथियारों तथा अतिरिक्त पुर्जों के आयात तथा स्थानीय सैनिक उत्पादनों के लिए पूंजीगत माल तथा मध्यवर्ती उत्पादों में कमी के परिणामस्वरूप जिस विदेशी मुद्रा की बचत होगी उसे औद्योगीकरण तथा कृषि उत्पादन के विस्तार के कार्यक्रमों में आने वाली रूकावटों को दूर करने में किया जा सकेगा।

सशस्त्र सेनाओं, सैनिकों अधिकारी वर्ग तथा प्रतिरक्षा सामग्री के उत्पादन उद्योगों में लगे हुए कर्मचारी-वर्ग में से खाली हुए व्यक्तियों का एक दल बनाया जा सकेगा जिनसे विभिन्न प्रकार के कुशल-श्रमिकों तथा प्रबन्धक कर्मचारी वर्ग की कमी को पूरा किया जा सकेगा।

आज विद्यालयों, विश्वविद्यालयों और तकनीकी संस्थाओं से उत्तीर्ण होकर निकलने वाली पीढ़ी के सैनिक सेवकों में निकल जाने से जिस कुशल श्रम शक्ति की कमी हो जाती है, उसे कम किया जा सकेगा।



खाली हुए कुशल इजीनियरो एव वैज्ञानिको को सृजनात्मक अनुसधानो मे रत किया जा सकेगा जिसको आज जरूरत है । प्रदूषण नियन्त्रण, आहार और कुपोषण की समस्याएँ, आनुवंशिकी, कृषि, सूक्ष्म जैविकी आदि अनेक ऐसे क्षेत्र हैं जिनमे सघान की नितात आवश्यकताएँ है क्योकि ये मानव मात्र की मूलभूत समस्याओ से जुडी ह और इनका सुलझाव व समाधान समूची मानवता के लिए हितकारी होगा ।

## ‘पगवाश आदोलन’ और विश्व शांति

दुनियाँ ने इसी शती में और एक छोटी सी ही अवधि में दो-दो महायुद्ध देते और उनसे जुड़ी तबाहियों, भीषण नर-संहारों का अतहीन सिलसिला भी। पर आदमी के अंदर छिपे ‘पशु’ ने इससे कोई सबक नहीं सीखा। यही वजह है कि आज भी सारी दुनियाँ में आयुधों के जमा करने की होड़ लगी है। छोटे मुल्क भी अपनी सुरक्षा के नाम पर दुनियाँ की बड़ी ताकतों से हथियार खरीदते जा रहे हैं। न जाने, दुनियाँ को वहाँ से जायेगी यह है धानियत की अधी दौड़ ?

कुछ नासमझ लोग इस महाविनाश का श्रेय वैज्ञानिकों को देते हैं। यह सच है कि खोजें वैज्ञानिकों द्वारा की जाती हैं पर उनके उपयोग अथवा दुरुपयोग की चाभियाँ ‘सत्ता’ के ‘महाप्रभुओं’ के हाथों में होती हैं और उन्हीं के इशारों पर आदमी ने आदमी को ही घास-फूस की तरह काटा-कुचला और अपनी ही नस्लों को भून कर रख दिया।

परिस्थितियों के आगे मजबूर होने के बावजूद भी विज्ञानियों ने अपना दायित्व समझा है और सत्ता-पिमासुओं को आयुधों के खतरो से आगाह किया है। खास कर दूसरे महायुद्ध के बाद कई छोटी के वैज्ञानिकों ने अपना अधिकांश समय शांति की स्थापना के लिए जन-मानस में एक रुझान और वातावरण बनाने में दिया।



विश्व शांति की मूल भावना से प्रेरित 'पगवाश आन्दोलन' के जनक  
ब्रिटिश गणितज्ञ, दार्शनिक बर्टेंड रसेल

### पगवाश आन्दोलन और विश्व शांति

द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान, अमेरिका ने जापान के दो प्रमुख शहरो हिरोशिमा और नागासाकी पर बम गिराया और दोनो शहर तहस-बहस हो गये। नर सहार का ऐसा बीभत्स दृश्य कदाचित ही देखने को मिले। सारी दुनिया सन्न रह गयी। जापानी प्रतिनिधियो ने तो घुटने टेक दिये और युद्ध समाप्ति की घोषणा कर दी गई लेकिन भीषण दुष्परिणाम चिंता के, विषय अवश्य बन गये। अब महसूस किया जाता है कि यदि परमाणु ऊर्जा को शांति पूर्ण प्रयोगो मे नही लगाया गया और परमाणु परीक्षणो पर रोक नही लगाई गई तो मानव अस्तित्व खतरे मे है।

इसी मूल भावना से प्रेरित इस दिशा मे तमाम प्रयत्न किए गये लेकिन वैज्ञानिक, दार्शनिक बर्टेंड रसेल द्वारा चलाया गया, शांति अभियान काफी महत्वपूर्ण कदम है। यही आगे चलकर 'पगवाश आन्दोलन' नाम से विख्यात हुआ।

प्रोफेसर अल्बर्ट आइन्स्टाइन ने, जिहे दुर्भाग्यवश परमाणु बम का जनक समझने की भूल की जाती रही है, परमाणु बम की विभीषिका को देखकर महसूस किया कि दुनिया को परमाणु बमो की चपेट से बचाने के लिए वैज्ञानिको को प्रमुख भूमिका निभानी चाहिए क्योंकि उसकी वैज्ञानिकता को राजनीतिज्ञ

नहीं समझ सकते। रसेल तो उन वैज्ञानिकों, जो शांति स्थापना में विश्वास रखते थे, के अग्रणी थे ही।

23 दिसम्बर 1954 को ब्रिटिश रेडियो से रसेल ने परमाणु अस्त्रों के विनाशकारी प्रभावों की चर्चा करते हुए, मानवता के हित के लिए, उसके सम्भाव्य खतरों की ओर दुनिया के तमाम सारे लोगों का ध्यान आकर्षित किया।

इसका अच्छा असर हुआ। अच्छा खासा विज्ञान समुदाय तथा अन्य मानवतावादी जनमत रसेल के विचारों से सहमत था। अखबारों में भी उक्त वार्ता की चर्चा की गई।

### रसेल-आइन्स्टाइन घोषणा पत्र

अपनी रेडियो वार्ता के साथ ही रसेल ने एक घोषणा पत्र तैयार किया, जिस पर उन्होंने उन वैज्ञानिकों से हस्ताक्षर करवाना चाहा जो इस बात के समर्थक थे। उल्लेखनीय है कि इस घोषणा पत्र पर पहले प्रो० अल्बर्ट आइन्स्टाइन ने हस्ताक्षर किया जिन्हें परमाणु बम का जनक समझा जाता रहा है। खेद है कि हस्ताक्षर करने के ठीक दो दिन बाद आइन्स्टाइन नहीं रहे। लेकिन बात आगे बढ़ती रही। इनपैन्ड, फ्रैंडरिक जूलियो क्यूरी, हरमन मुलर, लीनस पॉलिंग, पावेल आदि वैज्ञानिकों ने हस्ताक्षर करके रसेल का दृढ़ समर्थन किया।

9 जुलाई 1955 को उक्त घोषणा पत्र लंदन में एक पत्रकार सभा में भी पढ़ा गया जिसका बड़े उत्साह से लोगों ने स्वागत किया। उक्त घोषणा पत्र में युद्ध की विभीषिका के प्रति चेतावनी तो थी ही, साथ ही वैज्ञानिकों का एक सम्मेलन बुलाये जाने का भी आह्वान था जिसमें अणुआयुधों के विध्वंसक खतरों के बारे में वैज्ञानिक ढंग से विचार प्रस्तुत किये जायें और जन-सामान्य को भी इससे परिचित कराया जाय।

### नेहरू प्रस्ताव

रसेल ने फरवरी 1955 में प० जवाहरलाल नेहरू से भी समर्थन माँगा, जब वे लंदन यात्रा पर थे। नेहरू जी ने भी उत्साह पूर्वक उन्हें सहयोग का वायदा किया। जब बड फेडरेशन ऑफ साइंटिफिक वक्स के अध्यक्ष—प्रो० सैलिल पावेल 1956 में भारत आये तो इस विषय पर उन्होंने हमारे वैज्ञानिकों से बातचीत की। अन्ततः प० नेहरू ने प्रथम सम्मेलन जनवरी 1957 में भारत में ही बुलाने का निश्चय किया। लेकिन अक्तूबर-नवम्बर में स्वेज संकट के कारण सम्मेलन आयोजित न हो सका।

### प्रथम सम्मेलन पगवाश में

फिर 10 जुलाई 1957 को कनाडा के नीशा ग्यौशिया में समुद्र के

किनारे वसे छोटे से कस्बे-पगवाश में पहला सम्मेलन हुआ और इस आन्दोलन का नाम भी पड़ गया 'पगवाश आन्दोलन'।

सम्मेलन की चर्चा अपवारों ने छापी, प्रस्तावों का बहुत सी संस्थाओं ने अनुमोदन किया। इस सम्मेलन में परमाणु आयुधों के पतरा, उनके नियंत्रण तथा वैज्ञानिकों के सामाजिक दायित्व पर विचार-विमर्श किया गया जो एक सशक्त आन्दोलन के रूप में उभर कर सामने आया। विश्व में शांति स्थापना की मूल भावना से प्रेरित पगवाश आन्दोलन निश्चय ही मानवता एवं विज्ञान के इतिहास में एक महत्वपूर्ण कदम है।

यह आन्दोलन चलता रहे, अतः रसेल की अध्यक्षता में सम्मेलन की समाप्ति पर 5 वैज्ञानिकों की एक 'कटिन्वूडिंग कमेटी' बनाई गई जिसे भविष्य में ऐसे सम्मेलन आयोजित करने का दायित्व सौंपा गया। अब तक सत्तर के सभी प्रमुख स्थानों पर ऐसे कई सम्मेलन बड़े स्तर पर आयोजित हुए हैं।

भारत में भी दो बार पगवाश सम्मेलन आयोजित हुआ है। एक बार 1964 में उदयपुर में तथा वर्ष 1976 में मद्रास में हुआ। 13-19 जनवरी, 76 तक होने वाले इस सम्मेलन में 34 देशों के कुल 78 वैज्ञानिकों ने भाग लिया। चर्चा का केन्द्रीय विषय था—'विकास स्रोत और विश्व सुरक्षा'। आशा की जाती है कि पगवाश सम्मेलन दुनिया में उत्पन्न राजनैतिक उथल-पुथल से न प्रभावित होकर विश्व शांति की स्थापना में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता रहेगा।

पगवाश आन्दोलन ने जो पृष्ठभूमि तैयार की, उसके सुपरिणाम भी निकले हैं। जनता भी जागरूक हुई है और उसने आयुधों की घातक, संहारक शक्ति को समझ लिया है। लोग अब महसूस करने लगे हैं कि यदि यह सिल-सिला ठप नहीं हुआ तो आने वाली नस्लें उन्हें कोसोंगी और कभी भी माफ नहीं करेंगी।

अतीत ने हमें बखूबी समझा दिया है कि जब हमारा वर्तमान ही सुरक्षित नहीं है तो भविष्य की क्या खबर? शायद इसी नाते अणु आयुधों के खिलाफ दुनिया भर में कई आन्दोलन उभर कर सामने आए हैं और उन्होंने 'नहीं चाहिए अणु आयुध' के नारे बुलंद किए हैं।

आज हर साल हिरोशिमा में 6 अगस्त को दुनियाँ के शांति चाहने वाले लोग इकट्ठे होकर पिछले महायुद्ध में हुए दिवगतों की आत्माओं की शांति के लिए प्रार्थना करते हैं और शांति को वायम रखने का सकल्प भी। 'हिरोशिमा

स्मृति दिवस' के अवसर पर वहाँ के महापौर दुनियाँ के नाम अपना शानि का सदेश पढते हैं और शातिवादी राष्ट्रों के अध्यक्ष भी इसी भावना से प्रेरित होकर अपने सदेशों में दुनियाँ के लोगों से शाति कायम रखने की अपील करते हैं। निस्सदेह अणु आयुधों के 'बॉयकाट' का यह विनम्र अनुरोध एक प्रशसनीय चरण है। लोग जागरूक हुए हैं और अपना दायित्व समझने लगे हैं। कभी न कभी तो सत्ता के महाप्रभुओं की नींद टूटेगी ही और शायद तभी दुनियाँ में अमन-चैन का माहौल बन सकेगा।

### अभिशाप्त वशधरो की अपील

स० रा० महासभा के दूसरे विशेष अधिवेशन, जो निरस्त्रीकरण से सम्बन्धित था, के अवसर पर जून, 1982 में हिरोशिमा और नागासाकी के महापौरों ने दुनियाँ के नाम अपीलें जारी की थी, जो हमारी आँखें खोल देने के लिए काफी हैं। अपीलें कुछ इस तरह थी

'हिरोशिमा इतिहास का एक निरा गवाह हो नहीं है। हिरोशिमा मनुष्य जाति के भविष्य के लिए एक चिरतन चेतावनी है।

हिरोशिमा को भूलने का अर्थ होगा—उसी भूल को दोहराना और मानव-इतिहास की इतिश्री।'

### —हिरोशिमा महापौर



'चार सौ साल के इतिहास वाली हमारी बस्ती नागासाकी एक सुंदर और मोहक शहर है। रात में नागासाकी के बदरगाह के आसपास पहाड़ियाँ असह्य बस्तियों से जगमगाने लगती हैं। इसीलिए इसे 'जापान का नेपल्स' कहा जाता है। यहाँ देजिमा जैसे स्थान ऐतिहासिक अन्तरराष्ट्रीय मेल-मिलाप के प्रतीक हैं। तोकुगावा युग ( 1603-1868 ) में एक टापू था, जो एक बड़ा व्यापारिक केन्द्र बना।

जापान में ईसाइयत की सबसे पहली जड़ें नागासाकी में हैं। ओउरा कैथलिक गिरजाघर 1597 में शहीद हुए 25 सत्तों की यादगार है और ऐसे अनेक पावन स्थल नागासाकी में हैं।

9 अगस्त 1945 को हमारे नगर नागासाकी में अणु बम गिराया गया। उराकामी गिरजाघर के पास, जमीन से 500 मीटर ऊपर उसका विस्फोट हुआ। उससे निकली ताप विरणों से पत्थर पिघल गए, फौलादी-कक्रीट चूरा-चूरा हो गया और सबसे अधिक खतरनाक बात हुई आणविक विकिरण।

बम ने 74,000 लोगों की जान ले ली और 75,000 को जट्मी कर दिया। यह नागासाकी नगर की दो-तिहाई आबादी थी। मनुष्य ही नहीं, पेड़-पौधे और पशु-पक्षी भी काल के हवाले हो गए।

नागासाकी नगर एक मृत्युनगर बन गया। चारों तरफ निर्जीव शरीर के अम्बार लग गए—मलबे और धुंधुआती आग के बीच।

बमपात के 37 वर्ष बाद भी आज आप इस (हँसते-खिलखिलाते, नवनिर्मित) नगर के मुपीटे के पीछे एक छाया देखेंगे, जो उन्ही घावा की है।

अणुबम अस्पताल और दूसरी चिकित्सा संस्थाओं में रहने के फलस्वरूप आज भी अनेक जट्मी-रोगी अस्पतालों में दाखिल हैं। कितने ही लोगों को केलायड है, लाल और रबर जैसे भयानक दर्दनाक मस्से, जो अणुदाह के ठीक होने के बाद उभर आते हैं। अनेक वृद्धजन अकेले हो गए हैं—उनके परिवारों में कोई भी जीवित नहीं बचा। कई लोगों के अनेक अन्दरूनी रोगों का इलाज जारी है और उन्हें वह रचना क्षैलते हुए काम करना पड़ता है।

युद्ध को साधारण हत्या के समकक्ष रखना शायद सही नहीं माना जाएगा। लेकिन मैं कहूँगा कि इन दोनों में कोई तात्त्विक अन्तर नहीं है। ये दोनों ही मानवीय जीवन की गरिमा को भग करते हैं।

हमारे दैनिक जीवन में फिजूल असाध्य और खतरनाक हथियारों पर अपार धन बहाया जा रहा है, जबकि दुनिया का अथतत्र डावाडोल है। करोड़ों लोग भूख से मर रहे हैं। उन्हें न चिकित्सा नसीब होगी, न शिक्षा।

हम जब अफ्रीकी मरूभूमियों में दम तोड़ते बच्चों की तस्वीरों का मिलान अत्याधुनिक चमकदार मिसाइलों से करते हैं, तो बरबस लगता है कि दुनिया वीरा गई है। अकेले एक मिसाइल के धर्चे से कितने सारे बच्चों की जान बचाई जा सकती है, जरा इस पर सोच कर देखें।

बम विनाश में जीवित बचे हुए लेकिन बम से प्रभावित लोग-हिबाकुशा-हज़रत नूह के बजरे में प्रलय से बचे प्राणियों की तरह हैं। मैं सारी दुनिया के मनुष्यों से अपील करता हूँ 'अब किसी भी मनुष्य पर कोई तीसरा अणुबम न गिरे! नागासाकी वह आखिरी शहर हो, जिसे कोई अणुबम क्षैलना पड़ा हो।'

—नागासाकी महापौर

परमात्मा

अनुसंधान

और

भारत





## भारत का प्रथम परमाणु विस्फोट : एक शांतिपूर्ण प्रयोग

जोधपुर और जैसलमेर के बीच पोखरण क्षेत्र । पाकिस्तान की सीमा से कोई 150 किलोमीटर दूर । 18 मई, 1974 की प्रातः कालीन बेला । थोड़ी ही देर में विश्व के इतिहास में नया पृष्ठ जुड़ने जा रहा था । भारत के मूघन्य, अणु वैज्ञानिक दिलो की घड़कन यामे खड़े थे । जैसे ही समय हुआ, शीप वैज्ञानिकों ने विस्फोट करने के लिए अपने कनिष्ठ साथियों से बटन दवाने को कहा । बटन दबाते ही विस्फोट हुआ और उसके दृश्य को वैज्ञानिकों ने साँस रोककर टेलिविजन पर देखा । भारतीय अणुशक्ति आयोग के तत्कालीन अध्यक्ष डॉ० सेठना हर्षोल्लसित होकर फूट पड़े 'हमने इसे कर दिया' (We have done it), खुशी में झूम कर सारे वैज्ञानिकों ने एक दूसरे को आलिगबद्ध कर लिया और बधाई दी और यह रही भारतीय वैज्ञानिकों द्वारा 18 मई, 1974 को राजस्थान के पोखरण क्षेत्र में प्रातः 8 बजकर 5 मिनट पर की गयी सफल भूमिगत परमाणु परीक्षण की झाँकी ।

भारत के इस प्रथम भूमिगत परमाणु परीक्षण से देश के परमाणु युग के प्रणेता डॉ० होमी जहागीर भाभा, उनके बाद परमाणु अनुसंधानों की बागडोर संभालने वाले विज्ञानी डॉ० साराभाई और भूतपूर्व प्रधानमंत्री प० जवाहर लाल नेहरू के सपने साकार हुए । इस सफल आण्विक विस्फोट के द्वारा भारत ने विश्व के पाँच आण्विक देशों के परमाणु एकाधिकार की समाप्त करके विश्व में अपना नया कीर्तिमान स्थापित किया है ।

आण्विक क्षेत्र में इस विशिष्ट तथा गौरवपूर्ण उपलब्धि के लिए हमारे भारतीय वैज्ञानिक विशेष कर भारतीय अणु शक्ति आयोग के तत्कालीन अध्यक्ष डॉ० एच० एन० सेठना एव भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र, ट्रावे के निदेशक डॉ० राजा रामन्ना, जिनके कुशल निर्देशन में भारत का प्रथम भूमिगत परमाणु परीक्षण सफल रहा, वधाई के पात्र हैं। इस गोपनीयता की विस्फोट के पहले किसी को खबर तक न हुई, यह उल्लेखनीय तथ्य है। इस सुखद घटना का प्रत्येक भारतवासी ने सहर्ष स्वागत किया। भारतीय विज्ञान की एक और गौरवशाली उपलब्धि।

**भूमिगत परीक्षण ही क्यों ?**

उल्लेखनीय है कि पानी या वायुमंडल में परमाणु परीक्षण से रेडियो-धर्मिता बहुत दूर तक फैल जाती है। विस्फोट से निकले रेडियो विकिरण लम्बी अवधि तक जीवन के लिए बहुत खतरनाक होते हैं। इसका प्रत्यक्ष प्रमाण सामने है। अमेरिका द्वारा जापान पर डाले गए बम विस्फोटों के द्वारा निकले हुए तीव्र विकिरणों का असर अभी भी नहीं समाप्त हुआ है।

पीढी एकान्तरण द्वारा यह सब विचित्रताएँ आने वाली पीढियों में अर्जित होती रहती हैं। इस घटना से आप विस्फोट के घातक परिणामों का अन्दाजा लगा सकते हैं। लेकिन भूमिगत परीक्षणों में ऐसी बात नहीं है। इन बातों को देखते हुए परमाणु परीक्षण प्रतिवध पर समझौता हुआ। भारत ने 1963 के आशिक नाभिकीय परीक्षण निषेध संधि पर हस्ताक्षर किया था जिसके अंतगत वायुमंडल या पानी में नाभिकीय परीक्षण विस्फोट निषिद्ध है। भारत ने 1968 के नाभिकीय प्रसार निषेध संधि पर हस्ताक्षर नहीं किया था क्योंकि इस सिलसिले में भारत ने अन्य देशों के साथ यह आपत्ति उठायी थी कि महाशक्तियाँ नाभिकीय अनुसंधान क्षेत्र में एकाधिकार जमाए रख कर विकासशील राष्ट्रों को विज्ञान के इस महत्वपूर्ण क्षेत्र से वंचित रखना चाहती हैं।

अतः भारत ने अपने वायदे के मुताबिक भूमिगत परमाणु परीक्षण किया क्योंकि समझौते में भूमिगत परीक्षण के लिए मनाही नहीं थी।

इस सम्बन्ध में डॉ० एच० एन० सेठना ने कहा था कि 'भारत पहला देश है जिसने अपना प्रथम परमाणु विस्फोट भूमिगत किया है। हमने ऐसा इसलिए किया कि हम यह नहीं चाहते थे कि परिस्थितियों में बाधा पड़े तथा रेडियो विकिरणशीलता में और वृद्धि हो।'

भारत के इस विस्फोट के लिए तैयारी में चार वर्ष का समय लगा जब कि अमेरिका, ब्रिटेन, सोवियत-संघ, फ्रांस और चीन को इस प्रकार की तैयारी



देश के प्रख्यात परमाणु वैज्ञानिक डॉ० हामी सेठना, जिनके कुशल निर्देशन में  
भारत का प्रथम परमाणु परीक्षण सफल हुआ

में 7 से 10 वर्ष तक का समय लगा। इससे स्पष्ट है कि भारत की तकनीकी विकास दर इन राष्ट्रों से काफी आगे है। एक महत्वपूर्ण बात यह भी है कि भारत के परमाणु विस्फोट से रेडियो विकिरण प्रक्रिया बहुत कम हुई है। यह बात विशेषरूप से उल्लेखनीय है कि उक्त परीक्षण विस्फोट पूर्णतया भारत में प्राप्त साधनों और स्रोतों के उपयोग से ही किया गया है। भारतीय तकनीकी आत्मनिर्भरता का यह गौरवशाली उदाहरण है।

**प्रतिक्रियाएँ**

भारत ने अपना प्रथम परमाणु परीक्षण करके पूरे विश्व में तहलका मचा दिया। इस घटना से कुछ राष्ट्र खिन्न भी हुए।

यद्यपि भारतीय परमाणु शक्ति आयोग एव प्रधान मंत्री श्रीमती गांधी ने स्पष्ट कर दिया था कि यह परमाणु विस्फोट पूर्णतया शांतिपूर्ण कार्यों के लिए किया गया है तथापि कुछ राष्ट्रों में इससे व्यर्थ की आशंका उत्पन्न हो गई। खासतौर से पाकिस्तान बेहद आशंकित हो उठा। अमेरिका, कनाडा और जापान ने भी भारत के विस्फोट का विरोध किया। कनाडा ने तो अणु शक्ति सबधी कार्यक्रमों के लिए दी जाने वाली सहायता भी बन्द कर दी।

23 मई 1974 को कनाडा के विदेशमन्त्री मिचेल शार्प ने अपने एक वक्तव्य में कहा कि—'कनाडा सरकार भारत को परमाण्विक संयंत्र और सामग्री का प्रेषण स्थगित करने जा रही है। इसके साथ ही दोनों देशों में परमाण्विक तकनीकी के बारे में सूचनाओं का आदान-प्रदान भी समाप्त किया जा रहा है।'

सरकारी पर्यवेक्षकों के अनुसार आण्विक परीक्षण के क्षेत्र में भारत के साथ कनाडा का सहयोग अब कोई खास अहमियत नहीं रखता और उसके बन्द हो जाने से भारत के आण्विक कार्यक्रमों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

परमाणु शक्ति द्वारा ऊर्जा उत्पादन के लिए यूरेनियम एक बुनियादी वस्तु है। भारत में यूरेनियम दो स्थानों—जादूगडा तथा नरवा पहाड़ में उपलब्ध है और इसके भण्डार में लगभग 11 हजार टन यूरेनियम मौजूद है। इसके अतिरिक्त यूरेनियम सिंहभूमि (बिहार), मध्य प्रदेश, राजस्थान, हिमाचल प्रदेश और उत्तर प्रदेश में भी पाया जाता है, जिसकी खुदाई का काम प्रारम्भिक चरण में है।

एक अनुमान के अनुसार भारत में यूरेनियम के भण्डार पाँच हजार से दस हजार मेगावाट क्षमता वाले बिजली-घरों के लिए पर्याप्त हैं। यूरेनियम के बाद थोरियम भी एक महत्वपूर्ण पदार्थ है, जो परमाणु शक्ति के लिए अत्यंत आवश्यक है। विश्व भर में सबसे अधिक थोरियम का उत्पादन भारत में होता है।

## परमाणु विस्फोट का विवरण

विखंडनीय पदार्थ राजस्थान की महभूमि में 'एल' आकार के 100 मीटर के एक गहरे गड्ढे में रखा गया था जो चार किलोमीटर दूर स्थित नियंत्रण कक्ष से करीब दस भूमिगत तारों से जुड़ा था। इनमें से कुछ तार विभिन्न यंत्रों से जुड़े थे जिनके द्वारा परीक्षण के विभिन्न प्रभावों, ध्वनि तरंगों, दबाव, भूस्खलन, कपन आदि को मापा गया। विस्फोट-स्थल लगातार दूरदर्शन कैमरा की परिधि में रहा और वैज्ञानिक सम्पूर्ण गतिविधि को देखते रहे।

भारतीय परमाणु विस्फोट में प्लूटोनियम का प्रयोग किया गया। राज-

स्थान में 10 15 किलो टन क्षमता वाला विस्फोट किया गया। नागासाकी पर गिराए गए बम से यह विस्फोट अधिक है। इस विस्फोट के सिलसिले में सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि इसमें विस्फोट के बदले अतः स्फोट प्रक्रिया (implosion) का उपयोग किया गया।

लगभग 20 किलोग्राम प्लूटोनियम-239 को एक-एक किलोग्राम वाली अलग-अलग पेटियों में रखकर इनको एक बड़े धातु के गोले में लगाया गया। फिर गोले के अन्दर दूर से विद्युत् कण्डूल या स्विच द्वारा रासायनिक विस्फोट किया गया, जिसमें प्लूटोनियम की पेटियाँ एक सेकेण्ड के हजारवें हिस्से में गोले के बीच में आ जाय। ऐसा इसलिए किया गया कि प्लूटोनियम 'क्रिटिकल भार' पर आ जाय और तुरन्त विस्फोट हो जाय। सामान्यतया विखण्डनीय पदार्थ का विस्फोट तब तक नहीं होता, जब तक उसकी एक निश्चित मात्रा (क्रिटिकल भार) नहीं बनती। इसीलिए कई हिस्सों को आपस में भिडाकर विस्फोट कराया जाता है। इस प्रकार से गोले के अन्दर रासायनिक विस्फोट करके प्लूटोनियम को विस्फोट की स्थिति तक पहुँचाने की प्रक्रिया को अतः विस्फोट कहते हैं। जब प्लूटोनियम का 'क्रिटिकल भार' एक शृंखलाबद्ध प्रक्रिया जारी करता है तो अपार ऊर्जा निकलती है।

### विस्फोट के बाद

भारत में किए गए भूमिगत अणु-परीक्षण से, उस क्षेत्र की भूमि का धरा-तल परिवर्तित हो गया। परीक्षण स्थल पर एक अत्यंत सुन्दर पहाड़ी तैयार हो गई। यह बात एक रेडियो साक्षात्कार में भाभा एटामिक शोध केन्द्र के निदेशक डा० राजा रामन्ना ने कहा—'विस्फोट होने के बाद भूमि के पत्थरों में भारी उथल-पुथल हुई। यह सब हमने चार किलोमीटर से देखा है। निरीक्षण विभाग से यह रिपोर्ट पाकर कि उक्त क्षेत्र में रेडियो तत्व कम हो रहे हैं, तब हम लोग 100 मीटर की दूरी तक जा सके। उक्त दूरी से हम लोगो ने इस नवनिर्मित मनोहारी पर्वत श्रेणी को अवलोकन किया।'

विस्फोट के तुरन्त बाद दो हेलीकाप्टरों द्वारा सम्पूर्ण स्थल का निरीक्षण किया गया। हेलीकाप्टर 30 फुट ऊँचाई पर उड़े। महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं के चित्र भी लिये गये। ज्ञातव्य है कि इतने बड़े विस्फोट से बहुत कम रेडियोधर्मिता पैदा हो सकी।

उल्लेखनीय है कि परमाण्विक परीक्षण-स्थल से एकत्र की गयी वस्तुओं के प्राथमिक परीक्षण से ज्ञात हुआ कि वे विकिरणधर्मी नहीं हुई हैं। ट्राम्बे में परमाणु वैज्ञानिकों ने इन नमूनों का रासायनिक विश्लेषण किया जिससे पता

लगा कि उनमें उतनी ही विकिरणधर्मिता है जितनी सामान्यत अत्यंत रहती है ।

इस आरम्भिक छानबीन से डॉ० सेठना द्वारा उसी दिन दिल्ली में दिए गए उस वक्तव्य की पुष्टि हुई जिसमें कहा गया था कि विस्फोट से विकिरण का प्रभाव नहीं पडा । न तो वहाँ की बालू पर इसका प्रभाव पडा और न विस्फोटस्थल के 30 मीटर ऊपर वायु पर ही ।

### विस्फोट के लिए उपयोगी पदार्थ

परमाणु ऊर्जा उत्पादन हेतु यूरेनियम—235 और प्लूटोनियम दोनों का उपयोग होता है । भारत में यूरेनियम तो प्रचुर मात्रा में पाया जाता है मगर इसे घनीभूत करने की सुविधाएँ समवतया देश में नहीं है । इसीलिए भारतीय परमाणु विस्फोट में यूरेनियम की जगह प्लूटोनियम का उपयोग किया गया । प्लूटोनियम मानव निर्मित धातु है जो अत्यन्त रेडियो सक्रिय और विपाक्त होती है । परमाणु ऊर्जा तैयार करने वाले रिएक्टरों में यह प्राकृतिक यूरेनियम से बनाया जा सकता है । न्यूट्रॉनों की बौछार से पहले यूरेनियम नेप्टूनियम में बदलता है और फिर प्लूटोनियम में, जिसका परमाणु भार 239 होता है । रिएक्टर में ईंधन प्रयोग होने के बाद उसके उच्छिष्ट में प्लूटोनियम मिलता है । ट्राम्बे में एक प्लूटोनियम सयत्त है जिसमें सक्रिय यूरेनियम से प्लूटोनियम बनाया जाता है । अपशिष्ट यूरेनियम ईंधन से प्लूटोनियम के निःसारण का कार्य दक्ष वैज्ञानिक विकिरण-सह पोशाक, नकाब और दस्ताने पहन कर चार फुट मोटी कंकरीट की दीवार की आड़ से दूर-नियंत्रण उपकरणों द्वारा करते हैं ।

तारापुर में प्लूटोनियम निःसारण का जो दूसरा सयत्त स्थापित किया गया है, वह तारापुर तथा राजस्थान के राणाप्रताप सागर परमाणु बिजलीघरों से प्राप्त यूरेनियम ईंधन से, प्लूटोनियम निःसारित कर रहा है । दोनों केन्द्रों के अपशिष्ट ईंधन से क्रमशः 97 किलोग्राम और 130 किलोग्राम प्लूटोनियम का वार्षिक उत्पादन होता है । मद्रास में कलपक्कम और उत्तर प्रदेश के नरोरा नामक स्थान पर जो दो और परमाणु बिजलीघर बने हैं, वे भारत के लिए प्लूटोनियम के अच्छे स्रोत होंगे ।

चूँकि प्राकृतिक यूरेनियम—238 में से यूरेनियम-235 के निःसारण की प्रक्रिया अत्यंत जटिल और खर्चीली भी है इसलिए भारत को दूसरे ही ईंधनो पर निर्भर रहना पड़ेगा । प्लूटोनियम के साथ थोरियम का प्रयोग करने पर भारत को एक और नया ईंधन 'यूरेनियम-233' प्राप्त हो जायेगा । भारत के

पास थोरियम का भण्डार है। अतः परमाणु ईंधन की चिन्ता नहीं है। केरल के समुद्र-तटवर्ती भाग में थोरियम का अपरिमित भण्डार है।

10 मई, 1954 को लोकसभा में बोलते हुए स्व० प० जवाहर लाल नेहरू ने कहा था,—‘मैं सदन को इस बात की याद दिलाना चाहता हूँ कि शांति-पूर्ण उद्देश्यों के लिए परमाणु शक्ति का उपयोग भारत जैसे देश के लिए, जहाँ कि ऊर्जा के स्रोत सीमित हैं, ज्यादा महत्वपूर्ण है, बनिस्वत फ्रांस जैसे औद्योगिक दृष्टि से विकसित देश के लिए।’

हमने यह घोषणा की है हम इसका उपयोग शांतिपूर्ण कार्यों के ही लिए करेंगे। निस्सन्देह पण्डित नेहरू के सपनों को संपूरित करने की दिशा में हमारा यह परीक्षण एक चरण है।

भारत ने विस्फोट करके निस्सन्देह तकनीकी प्रगति की एक और मजिल पार कर ली है। उत्पादन प्रक्रिया, विद्युत उत्पादन और टेक्नोलॉजिकल विकास में इससे जो सहायता मिलेगी, उससे आर्थिक विकास की हमारी क्षमता बढ़ेगी।

भूमिगत परमाणु विस्फोटों द्वारा नहरें खोदना, धातुओं, तेल व गैस आदि को जमीन से निकालना, नदियों का बहाव मोड़ना, बन्दरगाहों की सफाई करना आदि उपयोग हो सकते हैं।

भारतीय परमाणु कार्यक्रम के इरादा को जाहिर करते हुए डॉ० सेठना ने साफ-साफ कहा था—‘हम यह देखना चाहते थे कि धरती के नीचे चट्टानों को तोड़ने में यह कितना सहायक सिद्ध हो सकता है। नाभिकीय विस्फोटों के शांतिपूर्ण उपयोगों के अध्ययन के कार्यक्रम के अन्तर्गत भारत सरकार ने इस क्षेत्र में हो रहे विकास के साथ-साथ चलने के लिए एक कार्यक्रम प्रारम्भ किया है और हमारा ध्येय है खनिकर्म तथा चट्टानों को तोड़ने-फोड़ने में इस टेक्नोलॉजी के उपयोग का अध्ययन करना।’

निश्चय ही हमारा यह परीक्षण शांतिपूर्ण अध्ययन की दिशा में एक प्रयास है।



## भारत में परमाणु अनुसंधान

वर्तमान शती में ऊर्जा की बेतहाशा माँग बढ़ी है। उसका कारण स्पष्ट है कि हमने बेहिसाब ऊर्जा की खपत की है। स्वर्गीय डॉ० होमी जहाँगीर भाभा ने एक बार ऊर्जा की खपत का एक आकलन करते हुए स्पष्ट कहा था—‘यदि हम 3,3000 करोड़ टन कोयले के जलाने से उत्पन्न ऊर्जा की मात्रा को ‘क’ मान ले, तब ईसा के जन्म से लेकर सन् 1850 तक ऊर्जा व्यय की दर ‘क/2’ प्रति शताब्दी थी। इसके बाद यह बढ़कर ‘क’ प्रति शताब्दी हो गयी और अब यह ‘10 क’ प्रति शताब्दी।’ अर्थात् जितनी ऊर्जा हमने पिछले 2,000 वर्षों में खच की है, उसका आधा केवल पिछली एक शती में ही किया है।

अतः स्पष्ट है कि इससे ऊर्जा सकट की स्थिति उत्पन्न हो गई जिससे मुक्ति के लिए विकल्पों की तलाश की जा रही है। कितनी ऊर्जा का उपयोग गत वर्षों में हमने किया है और कितनी और खच किए जाने की उम्मीद सन् 2000 तक है, इसे आगे दी गई सारणी से देखा जा सकता है।

प्राकृतिक ऊर्जा के भंडार अति सीमित हैं, और बेतहाशा बढ़ती जन-संख्या की ऊर्जा आवश्यकताओं की पूर्ति के मात्र कुछ ही सौ वर्षों के लिए कर पाने में सक्षम होंगे। अतः अन्य स्रोतों पर भी अनुसंधान कार्य किए जा रहे हैं।



भारत में परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के प्रणेता डॉ० होमी जहाँगीर भाभा  
( 30 अक्टूबर 1909—24 जनवरी 1966 )

सौर-ऊर्जा पर व्यापक अनुसंधान चल रहे हैं और उसके उपयोग की अतिरिक्त प्रणाली विकसित कर ली गई है लेकिन सौर-ऊर्जा से विद्युत परिवर्तन की अतिरिक्त प्रणाली घरती के लिए काफी महंगी युक्ति है। अतः इसको लोको-पयोगी बनाना एवं जन सुलभ कराने के लिए दशको लगेंगे। पवन-ऊर्जा तथा ज्वार-भाटीय ऊर्जा अल्प मात्रा में ही हैं, फिर भी वे उपयोगी हैं।

व्यापक स्तर पर परमाणु से निहित ऊर्जा, जो विखडन अथवा सलयन से प्राप्त की जाती है, से काफी राहत मिल सकती है।

यों भारत ने परमाणु परीक्षण करके विश्व के कुछ देशों का परमाणु एकाधिकार तोड़ दिया है और आज वह नाभिकीय क्लब का छठा सदस्य भी बन गया है। पर खेद का विषय है कि आज भी हम अपनी ऊर्जा आवश्यक-

ताओ का लगभग 50% लकड़ी और गोबर जैसे गैर ब्यावसायिक स्रोतों से प्राप्त करते हैं। तात्पर्य यह नहीं है कि हम परमाणु अनुसंधान में पीछे हैं। लेकिन हम उदारवादी नीति के अवश्य ही कायल ह।

परमाणु ऊर्जा का क्षेत्र हमेशा विवादास्पद रहा है। इसकी तकनीकों भी बड़ी जटिल हैं। परन्तु यह अलग मुद्दा है, जिसको देश के कर्मठ वैज्ञानिक हल कर रहे हैं और देश के कई परमाणु बिजलीघर विद्युत का उत्पादन कर रहे हैं।

द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान जब अमेरिका ने जापान पर बम डाला था तब यह निश्चित रूप से मान लिया गया था कि परमाणु की अपार शक्ति विध्वंसक कार्यों के लिए उपयुक्त है पर कुछ आशावादी भी थे जो इसके ठीक विपरीत सोचते थे। ऐसे खब्ती विज्ञानियों में अपने यहाँ के विज्ञानी डॉ० होमी जहाँगीर भाभा भी एक थे जो परमाणुओं में छिपी शक्ति को बिजली में परिवर्तित कर घर-घर में मुहैया करने का सपना सजोये थे।

### परमाणु कार्यक्रम की शुरुआत

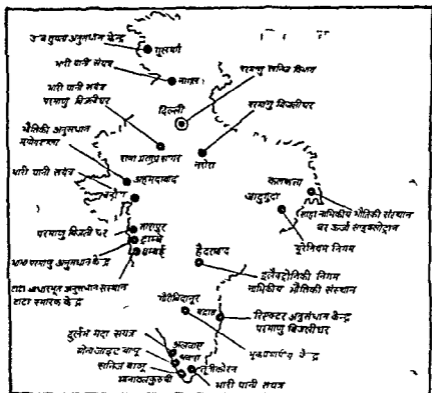
डॉ० होमी भाभा ने भारत में परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम को प्रारंभ करने के उद्देश्य से 1944 में टाटा ट्रस्ट के तत्कालीन अध्यक्ष श्री दोराव जी टाटा को पत्र लिखकर 'टाटा आधारभूत अनुसंधान संस्थान' (Tata Institute of Fundamental Research) की स्थापना पर बल दिया और यह भी लिखा—

'अब से कुछ वर्षों बाद जब परमाणु ऊर्जा का बिजली पैदा करने में सफलता पूर्वक उपयोग होने लगेगा, तब मुझे विश्वास है कि भारत को अपने लिए विशेषज्ञ बाहर से नहीं बुलाने पड़ेंगे, वरन् वे अपने देश में तैयार मिलेंगे।'

कहने की आवश्यकता नहीं कि सर टाटा ने तत्काल इस संस्थान की स्थापना के लिए धन देना स्वीकार कर लिया और पेडर रोड, बम्बई के एक छोटे से फ्लैट में स्थापित यह संस्थान, जो वस्तुतः कॉस्मिक किरणों तथा सैद्धा-



डॉ० विब्रम साराभाई ( 12 अगस्त 1919—29 दिसम्बर 1971 ), जिन्होंने डॉ० भाभा के बाद भारत में परमाणु अनुसंधान की अतल जमायी।



### भारत के परमाणु ऊर्जा संस्थान

तिक भौतिकी से सम्बन्धित डॉ० भाभा के लिए अनुसंधान हेतु खोला गया था, आगे चलकर (स्वतंत्रतापरांत) भारत में परमाणु विकास कार्यक्रमों का आधार स्तम्भ बना।

### परमाणु अनुसंधान केन्द्र

स्वतंत्रता के बाद जब 1948 में 'परमाणु ऊर्जा आयोग' का गठन किया गया तो डॉ० भाभा को उसका अध्यक्ष बनाया गया। वस्तुतः आयोग की स्थापना इस दिशा में प्रारंभिक किंतु महत्वपूर्ण चरण था। आयोग की स्थापना के साथ ही 1954 में 'परमाणु ऊर्जा संस्थान', ट्राम्बे की स्थापना की गई जिसका उद्देश्य था—परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र में अनुसंधान कार्यक्रमों के लिए अध्ययन एवं परीक्षण की सुविधाओं का संगठन एवं विकास। बाद में (जनवरी, 1967 में) डॉ० भाभा की स्मृति में इसका नाम 'भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र' (Bhabha Atomic Research Centre BARC) रख दिया गया।

सन् 1966 में जब डॉ० होमी जहाँगीर भाभा का एक हवाई दुर्घटना में आकस्मिक निधन हो गया तो सहज ही प्रश्न उठा—'भाभा के बाद अब कौन ?

उत्तर शीघ्र ही मिल गया। चार माह के बाद ही जिम रिगानी को परमाणु ऊर्जा आयोग का अध्यक्ष बनने का गौरव मिला, वह थे—अहमदाबाद की शक्ति शोधशाला के तत्कालीन निदेशक डॉ० विजय साराभाई।

डॉ० साराभाई ने निस्संदेह उम रिक्तता को भरने की हर सम्वेदना की, जो डॉ० भाभा के निधन से उत्पन्न हो गई थी। डॉ० साराभाई ने परमाणु अनुसंधान कार्यक्रम को निश्चय ही गति दी। इसी समय आपने अणु शक्ति एवं अंतरिक्ष अनुसंधान के लिए एक दशक (1970-80) की योजना तैयार की। इस भारत में परमाणु अनुसंधान को एक सुदृढ़ आधार मिला और परमाणु अनुसंधान का काफिला बढ़ चला मजिल की ओर।

यही केन्द्र भारत में परमाणु विकास का राष्ट्रीय केन्द्र है, जहाँ से सभी कार्य संचालित होते हैं। यहाँ परमाणु भट्टियों के अभिकल्पन (Design), निर्माण एवं नियंत्रण (Control) विषयक शोध कार्य होते हैं तथा परमाणु ईंधनों का निर्माण एवं पुनर्संघन तथा रेडियो आइसोटोपों का निर्माण भी यहाँ होता है। इस केन्द्र में अब तक पाँच परमाणु रिएक्टर—'अप्सरा', 'जरलीना', 'साइरस', तथा 'पूर्णिमा—1', व 'पूर्णिमा—2', स्थापित किए जा चुके हैं।

### सहयोगी सस्थाएँ

भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र में तो मुख्यतः परमाणु ऊर्जा विषयक अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रम संचालित किए ही जाते हैं, किन्तु कुछ अन्य सस्थाओं का भी भरपूर सहयोग हमें इस दिशा में मिलता है। ये सस्थाएँ हैं—

- 1 टी० आई० एफ० आर० (टाटा इस्टिड्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च)
- 2 टाटा मेमोरियल सेंटर (टाटा स्मारक केन्द्र)
- 3 साहा इस्टिड्यूट (साहा सस्थान)

इनके अतिरिक्त तीव्र प्रजनक परीक्षण रिएक्टर 'एफ० बी० टी० आर' (Fast Breeder Testing Reactor) तथा परवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन (बी० ई० सी०) परियोजना भी क्रियान्वित की जा चुकी है। कुछ और सस्थाएँ स्थापित की गई हैं जो इस कार्य में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। प्रमुख हैं—इन्डो-वर्मा पेट्रोलियम, न्यूक्लीय ईंधन सम्मिश्र तथा इलेक्ट्रॉनिक कॉरपोरेशन ऑफ इन्डिया आदि। सारे भारत में परमाणु ऊर्जा के बारे में कई छोटी बड़ी परियोजनाएँ चल रही हैं।

### उपलब्धियों का आकलन

भारत में परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम को मुख्यतः तीन प्रमुख चरणों में बाटा जा सकता है

(1) प्रथम चरण (1948-1956) में अप्सरा रिएक्टर की स्थापना ।

(2) द्वितीय चरण (1956-66) । डॉ० भाभा के स्वर्गवास काल तक के

द्वितीय चरण में विभिन्न तकनीकी सुविधाओं का विकास शामिल है ।

(3) तृतीय चरण (1966-अब तक) में परमाणु बिजली घरों का निर्माण तथा द्वितीय चरणों में बनी योजनाओं को मूर्त रूप देना भी सम्मिलित है ।

परमाणु ऊर्जा कार्यक्रमों में बिजली का उत्पादन प्रमुख है । इसका श्रीगणेश हुआ तारापुर में परमाणु बिजली घर (1969) की स्थापना से । इस स्टेशन की क्षमता है 420 मेगावाट । कोटा के पास राणा प्रताप सागर पर निर्मित स्टेशन की विद्युत उत्पादन क्षमता 440 मेगावाट है । कलपक्कम में निर्मित बिजलीघर की क्षमता 470 मेगावाट आकी गयी है । उत्तर प्रदेश में बुलन्दशहर के पास नरोरा में जो परमाणु बिजलीघर बनाया जा रहा है, उसकी भी उत्पादन क्षमता 470 मेगावाट होगी, ऐसा अनुमान है । इसकी विशेषता है कि यह मदक एव शीतलक के रूप में भारी पानी का उपयोग करेगा ।

## ईंधन

परमाणु भट्टियों में यूरेनियम महत्व का है । इसके समस्थानिक (आइसोटोप) ईंधन रूप में प्रयुक्त नहीं होते । प्रकृति में यूरेनियम के समस्थानिकों की प्रतिशत मात्रा इस प्रकार है

यूरेनियम-238—99.3%

यूरेनियम-235—0.7%

यूरेनियम-233—0.008%

प्रयोग यह दर्शाते हैं कि यूरेनियम-238 के परमाणुओं के नाभिक को विखंडित करने के लिए अधिक ऊर्जावान न्यूट्रॉनों की आवश्यकता होती है पर यूरेनियम-235 के नाभिकों का विखंडन कम ऊर्जा वाले न्यूट्रॉन भी कर सकते हैं और साथ ही इस विखंडन से अधिक ऊर्जा भी उत्सर्जित होती है । इतना ही नहीं, यूरेनियम-238 व यूरेनियम-235 के अतिरिक्त प्लूटोनियम-239 और यूरेनियम-233 से भी विखंडन द्वारा अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है और एक महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि प्लूटोनियम-239 को यूरेनियम-238 से तथा यूरेनियम-233 को थोरियम-232 से प्राप्त किया जा सकता है ।

अतः स्पष्ट है कि नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन के लिए यूरेनियम-235, प्लूटोनियम-239 और यूरेनियम-233 विखंडन शील नाभिक हैं । ईंधन रूप में ये परमाणु भट्टियों से प्रयुक्त होते हैं । यूरेनियम-238 और थोरियम-232 को भी विखंडन पदार्थों में (अर्थात् प्लूटोनियम में) परिवर्तित किया जा सकता है ।

आज कल परमाणु भट्टियों में प्रायः प्राकृतिक या उन्नत यूरेनियम (Enriched), जिसमें यूरेनियम-235 की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है, को ही ईंधन रूप में प्रयुक्त किया जाता है। इसमें न्यूट्रॉनों की ऊर्जा उनकी ऊष्मीय ऊर्जा के लगभग बराबर होती है। पर अधिक ऊर्जा प्राप्त करने के लिए न्यूट्रॉनों को लगभग 100 किलो इलेक्ट्रॉन वोल्ट पर प्रयुक्त करना होगा। ऐसे न्यूट्रॉनों में शृंखला प्रतिक्रिया (Chain Reaction) प्रारम्भ करने वाले रिएक्टर 'तीव्र रिएक्टर' कहलाते हैं जिसमें आवश्यक परिवर्तन करके 'तीव्र प्रजनक रिएक्टर' बनाये जा सकते हैं।

अपने पास यूरेनियम की सपदा नहीं के बराबर है, अतः परमाणु विनाश कार्यक्रमों में ईंधनों की कमी भी एक बाधा है। अतः भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम का हमेशा लक्ष्य रहा है कि देश में उपलब्ध थोरियम का उपयोग अधिक से अधिक किया जाय। पर सीधे थोरियम का उपयोग नहीं किया जा सकता है। विकिरणों की वीछार से थोरियम को तोड़कर पहले यूरेनियम-233 प्राप्त करते हैं जिसे ईंधन के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। पर यह प्रक्रिया बहुत धीमी है। इसको तेज करने में फास्ट ब्रीडर रिएक्टर सहयोगी एवं उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं।

इन रिएक्टरों में तीव्र न्यूट्रॉन स्पेक्ट्रम के प्रयोग से जलने वाले ईंधन से भी अधिक ईंधन तैयार होता है। रिएक्टर के केन्द्र के चारों ओर थोरियम की परतों का उपयोग कर भारी मात्रा में यूरेनियम-233 उत्पन्न किया जा सकता है। कल्पककम में एक प्रायोगिक फास्ट ब्रीडर रिएक्टर तैयार किया गया है। इसकी सफलता से विजली उत्पादन के अतिरिक्त ईंधन की किरायत भी होगी।

### अनुसंधान रिएक्टर की स्थापना

अनुसंधान रिएक्टरों के अभिकल्पन से लेकर उनके निर्माण एवं संचालन के सभी चरणों के निष्पादन की दिशा में भारत ने पूरा आत्मनिर्भरता हासिल कर ली है।

### अप्सरा

भारत का 1 मेगावाट क्षमता का तरण ताल (Swimming Pool) किस्म का रिएक्टर 'अप्सरा' 1956 में निर्मित हुआ था। यह पूर्णतः स्वदेशी रिएक्टर है। ईंधन के रूप में इसमें यूरेनियम का प्रयोग किया जाता है।

### साइरस

40 मेगावाट क्षमता वाला भारत का दूसरा रिएक्टर 'साइरस'

(Canada India Reactor Utility Service) 1960 में स्थापित हुआ था। इसके नाम से ही जाहिर है कि यह कनाडा के सहयोग से निर्मित किया गया था।

यह दुनिया में अपनी तरह के सबसे बड़े रिएक्टरों में से एक है। इसने पूर्ण क्षमता अक्टूबर 1963 में अर्जित की थी।

इसमें ईंधन के रूप में प्राकृतिक यूरेनियम तथा मद्दक वे रूप में भारी पानी और शीतलक के रूप में हल्के पानी का इस्तेमाल किया जाता है। महत्वपूर्ण आइसोटोपों के उत्पादन के अतिरिक्त परीक्षण तथा प्रशिक्षण सम्बन्धी सुविधाएँ भी इस रिएक्टर ने हमें प्रदान किया है।

## जरलीना

अत्यंत अल्प ऊर्जा (100 वाट क्षमता) वाले रिएक्टर 'जरलीना' की स्थापना 1961 में हुई थी। यह पूर्णतः स्वदेशी रिएक्टर है। इससे विभिन्न प्रकार के परमाण्विक ईंधनों के गुणों एवं ज्यामितियों के अध्ययन तथा रिएक्टर कोरों (Cores) के परीक्षण में मदद मिलती है।

## पूर्णमा

अप्सरा और जरलीना की ही भाँति इसका अभिकल्पन और निर्माण भारतीय वैज्ञानिकों ने 1972 में किया। फास्ट रिएक्टरों के क्षेत्र में परीक्षण हेतु शून्य ऊर्जा वाले 'पूर्णमा' रिएक्टर की स्थापना की गई थी।

सारणी। विश्व जनसंख्या और प्राथमिक ऊर्जा का उपयोग

| वर्ष                     | 1950 | 1960 | 1970 | 1980  | 1990  | 2000  |
|--------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| जन संख्या<br>(अरबों में) | 2 50 | 3 00 | 3 60 | 4 35  | 5 20  | 6 10  |
| प्राथमिक ऊर्जा*          |      |      |      |       |       |       |
| ठोस ईंधन                 | 1 57 | 2 20 | 2 42 | 2 90  | 3 75  | 5 00  |
| तरल ईंधन                 | 0 64 | 1 32 | 2 85 | 5 00  | 8 00  | 10 00 |
| प्राकृतिक गैस            | 0 27 | 0 63 | 1 43 | 2 40  | 3 00  | 4 00  |
| जल विद्युत               | 0 12 | 0 25 | 0 47 | 0 70  | 1 10  | 2 00  |
| नाभिकीय ऊर्जा            | —    | —    | 0 03 | 0 80  | 3 15  | 8 00  |
| योग                      | 2 00 | 4 43 | 7 20 | 11 80 | 19 00 | 29 00 |

\*एक लाख टन कोयले के समतुल्य।

स्रोत एसोसियेटेड चैम्बर्स ऑफ कामर्स एंड इण्डस्ट्री ऑफ इण्डिया, 1974।



इसमें थोड़े सुधार-परिवर्तन के बाद इस श्रेणी के अगले रिएक्टर (पूर्णमा-11) का निर्माण किया गया, जो 10 मई 1984 को 'क्रिटिकल' हुआ। ईंधन के रूप में यूरेनियम-233 प्रयुक्त करने वाला यह संसार का पहला रिएक्टर है।

इससे प्राप्त अनुभवों से यूरेनियम-233 से बने ईंधन पर आधारित उस न्यूट्रान सोर्स रिएक्टर के डिजाइन में मदद मिली है, जिसकी स्थापना रिएक्टर अनुसंधान केन्द्र कलपक्कम में की जा रही है।

## हमारा नया रिएक्टर 'ध्रुव'

7-8 अगस्त, 1985 की रात 2 बजकर 42 मिनट पर भारत का नया उच्च अभिवाह (Flux) रिएक्टर 'ध्रुव' क्रिटिकल हो गया। परमाणु अनुसंधान में भारत की एक और नई उपलब्धि। भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र के 300 से अधिक वैज्ञानिकों तथा इंजीनियरों के प्रयास से निर्मित यह पूरा स्वदेशी ताप नाभिकीय रिएक्टर है। इसके निर्माण पर कुल खर्च 75 करोड़ रुपये आया है। पूर्व स्थापित रिएक्टरों—अप्सरा, साइरस, जरलीना, पूर्णमा-1 और पूर्णमा-2 के क्रम में यह छठा रिएक्टर है।

चिकित्सा, कृषि और उद्योग में समस्याओं की प्रमुख भूमिका है। 'अप्सरा' में फास्फोरम, सोना, सल्फर, क्रोमियम तथा 'साइरस' में भी इसी तरह के लगभग 100 समस्याओं का निर्माण होता है। 'ध्रुव' की स्थापना से समस्याओं के उत्पादन में और वृद्धि होने जा रही है। 'ध्रुव' में आयोडीन-131, क्रोमियम-51, मालिब्डेनम-99 के उत्पादन के अतिरिक्त आयोडीन-125 का भी उत्पादन होगा, जो अभी तक हमें विदेश से मगाना पड़ता था।

अपनी पूरा क्षमता के साथ चालू होने पर यह प्रतिवर्ष 30 किलो प्लूटोनियम का भी उत्पादन करेगा जो द्वितीय पीढ़ी के रिएक्टरों (Fast Breeder Reactor) के लिए ईंधन का काम करेगा। इस तरह हमें परमाणु अनुसंधान में आत्मनिर्भर होने में मदद मिलेगी।

## फास्ट ब्रीडर तकनीक भी हासिल

और लीजिए, अब हमने फास्ट ब्रीडर रिएक्टर तकनीक में भी आत्मनिर्भरता हासिल कर ली। परमाणु अनुसंधान का काफिला इस तरह निरंतर बढ़ता ही जा रहा है। 18 अक्टूबर, 1985 को प्लूटोनियम से चलने वाला दूसरे पीढ़ी का रिएक्टर, जिसे फास्ट ब्रीडर रिएक्टर (तीव्र प्रजाक परमाणु भट्टी) कहा जाता है, कलपक्कम (मद्रास) में सक्रिय हो गया। इसके निर्माण में कुल 68 करोड़ रुपये की लागत आयी है। देश में डिजाइन्ड एव निर्मित फास्ट

घोडर रिएक्टर की स्थापना से भारत ने निश्चय ही परमाणु सधान की दिशा में विकास की एक और मजिल पार कर ली है। उम्मीद की जाती है कि सन् 2000 तक देश के कुल ऊर्जा उत्पादन का कम से कम 10 प्रतिशत परमाणु स्रोत से पूरा किया जा सकेगा।

इन रिएक्टरों में यूरेनियम जैसे प्राथमिक ईंधनों की आवश्यकता नहीं पडती, अपितु यूरेनियम से चलने वाले ताप रिएक्टरों में प्रयुक्त ईंधन से उत्पन्न प्लूटोनियम की आवश्यकता होती है। फास्ट ब्रीडर रिएक्टर की एक और विशेषता है। यह

जितना ईंधन जलाता है, उससे अधिक तैयार करता है। इस ईंधन में अत्यधिक विखंडित होने वाले तत्व होते हैं, जो हिंदुस्तान के मामले में प्लूटोनियम है। इससे न्यूट्रॉन की गति धीमी किए बिना ही शृंखला अभिक्रिया जारी रखी जा सकती है। तेज न्यूट्रॉन, जो क्रोड क्षेत्र से निकलते हैं, रिएक्टर के चारों ओर एक कम्बल के रूप में लगाए गए उवर सामग्री द्वारा समेट लिए जाते हैं। यह उवर सामग्री न्यूट्रॉन का अवशोषण करने के बाद रिफ़िल सामग्री में बदल जाती है। इसका इस्तेमाल एक और फास्ट ब्रीडर रिएक्टर को शक्ति देने के लिए किया जा सकता है और इस तरह तीसरी पीढी के रिएक्टरों के लिए एक ऐसी अनवरत शृंखला बनायी जा सकती है, जो अपनी आवश्यकता से अधिक ईंधन तैयार करेगी।



डॉ० राजा रामण्णा, जिनके बुशल निर्देशन में भारत के परमाणु विकास कार्यक्रम सम्पन्न हो रहे हैं।

थोरियम और यूरेनियम—238 उत्तम उवर सामग्री है। यूरेनियम—238, प्लूटोनियम—239 में और थोरियम, यूरेनियम—233 में बदल जाता है। ये दोनों अत्यंत ही विषडनीय पदार्थ हैं। इस तरह ईंधन को फिर से परिष्कृत करने की प्रणाली, जिसे परमाणु ऊर्जा विभाग ने हासिल कर लिया है, से उपलब्ध ईंधन का प्रभावी जीवन कई गुना बढ़ाया जा सकता है।

थोरियम और यूरेनियम—238 उत्तम उवर सामग्री है। यूरेनियम—238, प्लूटोनियम—239 में और थोरियम, यूरेनियम—233 में बदल जाता है। ये दोनों अत्यंत ही विषडनीय पदार्थ हैं। इस तरह ईंधन को फिर से परिष्कृत करने की प्रणाली, जिसे परमाणु ऊर्जा विभाग ने हासिल कर लिया है, से उपलब्ध ईंधन का प्रभावी जीवन कई गुना बढ़ाया जा सकता है।

'ध्रुव' द्वारा निर्मित प्लूटोनियम द्वितीय पीढी के तेज गति वाले ब्रीडर रिएक्टर (जो क्लपककम में चालू हो चुका है) के लिए अत्यंत उपयोगी है। निःसंकोच कहा जा सकता है कि परमाणु अनुसधान में भारत ने पूण आत्मनिर्भरता हासिल कर ली है, जिसके चरण चिह्न है—पोखरण का परमाणु विस्फोट, 'ध्रुव' और नव-निर्मित फास्ट ब्रीडर रिएक्टर।

## परमाणु विजली उत्पादन

वस्तुतः भारत में परमाणु विजली का उत्पादन शुरू हुआ 1969 में जब तारापुर परमाणु विजली घर चालू हुआ था। इस विजली घर में ईंधन के रूप में समृद्ध यूरेनियम का प्रयोग किया जाता है। तारापुर परमाणु विजली घर में 210 मेगावाट क्षमता वाले 'बॉयलिंग वाटर' किस्म के दो रिएक्टर हैं।

रावत भाटा, राजस्थान में दायित भारी पानी किस्म के दो प्रथम टाइप रिएक्टर स्थापित हैं। प्रथम दिसम्बर 1972 और अप्रैल 1981 में 'श्रावितता' प्राप्त दोनों रिएक्टरों में से प्रत्येक की क्षमता 220 मेगावाट है।

मद्रास में कलपक्कम में पास स्थित देश का पहला 235 मेगावाट क्षमता वाला रिएक्टर (पूणतः देश में ही डिजाइन, निर्मित और विकसित) जुलाई 1983 से चालू है। इस विजली घर का दूसरा रिएक्टर भी 8 अगस्त 1985 को 'ट्रिटिकल' हो गया। अब देश की कुल परमाणु विजली की उत्पादन क्षमता 1230 मेगावाट है। उल्लेखनीय है कि उत्तर प्रदेश के नरोरा और बकरापुर (गुजरात) में दो और परमाणु विजली परियोजनाएँ प्रगति की ओर अग्रसर हैं, जिनसे शीघ्र ही उत्पादन की आशा की जा रही है।

उक्त दोनों रिएक्टर दायित भारी पानी किस्म के रिएक्टर होंगे और इनमें से प्रत्येक की क्षमता 235 मेगावाट होगी। इसी तरह रावत भाटा तथा कैगा (कर्नाटक) में भी दो और रिएक्टरों की स्थापना की योजनाएँ परमाणु ऊर्जा विभाग ने बना रखी हैं।

वस्तुतः देश में उपलब्ध यूरेनियम तथा थोरियम के विपुल भंडारों को देखते हुए, इनके समुचित उपयोग की बातें दृष्टिगत करके ही देश के कमठ परमाणु विज्ञानियों ने परमाणु विद्युत उत्पादन को एक तीन चरणीय कार्यक्रम की रूपरेखा तैयार की थी।

1 पहले चरण में ऐसे रिएक्टरों की स्थापना करनी थी, जिसमें ईंधन के रूप में प्राकृतिक यूरेनियम का उपयोग किया जाना था। ऐसे रिएक्टरों में विद्युत उत्पादन के साथ-साथ उत्पाद के रूप में प्लूटोनियम भी मिलता है।

2 दूसरे चरण में ऐसे रिएक्टरों के स्थापित करने की योजना थी जिनमें प्लूटोनियम को ईंधन के रूप में प्रयुक्त किया जा सके। निस्संदेह यह परिकल्पना फास्ट ब्रीडर रिएक्टर की ही थी। ऐसे रिएक्टरों में विद्युत उत्पादन के साथ ही साथ यूरेनियम—238 से प्लूटोनियम का और अधिक मात्रा में उत्पादन होगा तथा यूरेनियम—233 भी उत्पन्न होगा।

3 भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के तीसरे चरण में ऐसे रिएक्टरों

की स्थापना करने की योजना बनायी गई थी जो थोरियम चक्र पर आधारित होगे और इन रिएक्टरों में जितना यूरेनियम—233 जलेगा, उससे कहीं अधिक मात्रा में उत्पादन होगा।

अपनी योजनाओं का जो हिस्सा हमने पूरा कर लिया है, उसकी चर्चा पीछे की चुकी है।

## प्रमुख परियोजनाएँ

देश में उपलब्ध कच्चे यूरेनियम के उत्पादन एवं निष्पादन के लिए 1967 में 'यूरेनियम कार्पोरेशन ऑफ इण्डिया' की स्थापना की जा चुकी है।

हैदराबाद में परमाणु ईंधन सम्मिश्र तैयार किया गया है। इसमें विजली तथा अनुसंधान रिएक्टरों के लिए जटिल इंधन यथा जिरेकोनियम, टाइटेनियम आदि औद्योगिक महत्व के पदार्थ भी तैयार होते हैं। नाभिकीय इंधन सम्मिश्र की स्थापना 1971 में हुई थी। इस सम्मिश्र में कई महत्वपूर्ण सयत्त कार्बन है जो 'यलो केक' को सिरैमिक ग्रेड के प्राकृतिक यूरेनियम आक्साइड में, यूरेनियम हेक्साक्लोराइड को समृद्ध यूरेनियम आक्साइड में, जिरेकान रेत को जिरेकोनियम में परिवर्तित एवं ससाधित करने का कार्य करते हैं।

इस सम्मिश्र में आवश्यक ईंधन तत्वों के निर्माण करने के अतिरिक्त जोड़ रहित स्टैनेस स्टील ट्यूबों और बाल वेयरिंग स्टील ट्यूबों का भी उत्पादन होता है।

वस्तुतः 'यलो केक' को रिएक्टर ग्रेड के यूरेनियम में बदलने और उसके बाद देश के विद्युत रिएक्टरों व अनुसंधान रिएक्टरों के लिए इंधन 'एलिमेंट' तैयार करने का सारा काम अपने देश में ही किया जा रहा है। वास्तव में ईंधन तैयार करने वाले ऐसे प्लांट की स्थापना आज से बीसके साल पूर्व ही कर ली गई है। उल्लेखनीय है कि ट्राम्बे स्थित उक्त ईंधन उत्पादन सयत्त पूणत स्वदेशी टेक्नोलॉजी पर आधारित है। इस सयत्त में इंधन तत्वों के उत्पादन के अतिरिक्त नई ईंधन सामग्रियों के बारे में भी अनुसंधान और विकास कार्य निष्पादित किए जाते हैं।

दाबित भारी पानी क्रिस्म के रिएक्टरों में मद्दक (Moderator) और शीतक (Coolant) के रूप में भारी पानी (Heavy Water) प्रयुक्त होता है। भारी पानी के निर्माण की दिशा में भारत ने पर्याप्त सफलता अर्जित की है।

विद्युत-अपघटन और हाइड्रोजन के आसवन की प्रक्रिया पर आधारित भारत का प्रथम भारी पानी सयत्त 1962 में स्थापित किया गया था। तब से यह कार्यरत है।

इस समय के बाद बड़ोदरा, तलघर और तूती कोरन में अमोनिया हाइड्रोजन प्रक्रिया पर आधारित भारी पानी सयंत्रों की स्थापना की गई।

भारतीय विशेषज्ञों की देख रेख में डिजाइन्ड और निर्मित एक भारी पानी सयंत्र कोटा में स्थापित किया गया है। यह हाइड्रोजन सल्फाइड और जल विनिमय की स्वेदेशी टेक्नोलोजी पर आधारित सयंत्र है।

उल्लेखनीय है कि भारी पानी का ग्रेड उच्च करने की पद्धति का विकास भारतीय विशेषज्ञों ने कर लिया है और ऐसे दो सयंत्र कोटा और कलपक्कम में स्थापित किए जा चुके हैं जो सफलता पूर्वक कार्य कर रहे हैं।

वर्तमान में भारी पानी के उत्पादन की कुल वार्षिक क्षमता 314 मिट्टिक टन है। थाल वैशट और मानुगुरु में भी दो भारी पानी सयंत्रों की स्थापना प्रस्तावित है। इन सयंत्रों की वार्षिक उत्पादन क्षमता क्रमशः 110 टन और 185 टन होगी।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र द्वारा कलकत्ते में 'परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन प्रोजेक्ट' (Variable Energy Cyclotron Project VEC) एक राष्ट्रीय अनुसंधान सुविधा है। यह फास्ट व्रीडर कार्यक्रम के लिए विकिरण अध्ययन की एक महत्वपूर्ण इकाई है। यह साइक्लोट्रॉन 6-60 मेगावोल्ट से 25-130 मेगावोल्ट के अल्फा कणों के पुंजों का उत्पादन करता है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र भारत हेवी इलेक्ट्रिकल्स लिमिटेड के सह-योग से तिरुचिरापल्ली में 5 मेगावाट क्षमता के एक मैग्नेटो हाइड्रोजन डायनामिक प्लांट की स्थापना कर रहा है। यह परियोजना अपने अंतिम चरण में है।

### दैनिक जीवन के कुछ उपयोगी क्षेत्र

कृषि अनुसंधान, उद्योग धंधों और आयुर्विज्ञान के क्षेत्रों में उपयोग के लिए विभिन्न प्रकार के रेडियो आइसोटोपों का उत्पादन और सभरण भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र द्वारा उच्च पैमाने पर किया जाता है।

कृषि और जीवविज्ञान में देश के केंद्रों में नई सफलताएँ मिली हैं। कई वर्षों के निरंतर अनुसंधान के परिणाम स्वरूप पटसन की लम्बी रेशे वाली किस्म 'महादेव', शीघ्र तैयार हो जाने वाली मूंगफली, धान के लम्बे और बारीक चावल देने वाले सबर्ध, तथा अरहर और मूंग की नई और उन्नत किस्में विकसित की गई हैं।

गामा विकिरणों की मदद से खाद्य परिरक्षण में भी मदद मिली है। वाणिज्यिक स्तर पर प्याज को अधिक समय तक भंडारित करके ताजा बनाए रखने के लिए गामा किरणों से किरणित करने की तकनीक देश में उपलब्ध है।

रेडियो आइसोटोपो के निर्माण में केंद्र को अभूतपूर्व सफलता मिली है। केंद्र द्वारा तैयार किए गए विकिरण औषध उत्पाद देश ही नहीं, विदेशों में भी उपयोग में लाये जा रहे हैं।

एक दशक पूर्व स्थापित आइसोमेड सयंत्र औषध उद्योग और चिकित्सालयों के लिए किरणन सेवाएँ उपलब्ध करता है।

एक विकिरण भेषज प्रयोगशाला वाशी में कार्यरत है जिसका उद्देश्य रोग क्षमता का आमापन विकिरण की सहायता से करने वाले उत्पाद तैयार करना तथा भेषजों की गुणता नियंत्रण करना है।

रेडियो औषधों के निर्माण के लिए बंगलौर में एक क्षेत्रीय प्रयोगशाला स्थापित की जा चुकी है। इस केंद्र द्वारा स्थानीय चिकित्सालयों को रेडियो इम्यूनोएसे सेवाएँ व टेक्नेशियम-99 एम द्वारा लेबलड रेडियो औषधों उपलब्ध करायी जायेगी। नई दिल्ली और डिब्रूगढ़ में भी ऐसे केंद्रों की स्थापना की जा रही है।

भाभा परमाणु केंद्र का विकिरण चिकित्सा अनुभाग रेडियो आइसोटोपो की मदद से अन्वेषण काय भी निष्पादित करता है। केंद्र द्वारा परिचालित अन्वेषण कार्यों में विभिन्न शारीरिक अंगों के सिटी चित्र लेना व टी० बी० एटीजनो के अभिनक्षणों के निर्धारण सम्बन्धी परीक्षण भी शामिल हैं। केंद्र ने मलेरिया और फाइलेरिया के एटीजनो को ज्ञात करने के लिए रेडियो इम्यूनो-एसे (विकिरण प्रक्रिया आमापन) विधियों का भी विकास किया है।

माइक्रोप्रोसेसर पर आधारित स्वैनिंग ओजे माइक्रो प्रोब, कृषि क्षेत्रों में उपयोग के लिए नया द्रव्यमान स्पेक्ट्रममापी, सुपर कंडक्टर विंगलर चुम्बक, परिवर्तनशील इलेक्ट्रान बीम वेल्डिंग, शक्तिशाली एक्सलेटरो का विकास, एम० एच० डी०, उच्च शक्ति लेसरो, प्लाज्मा व सलयन प्रणालियों का विकास आदि हाल में प्राप्त की गई केन्द्र की प्रमुख सफलताएँ हैं जो देश के परमाणु कार्यक्रम को नई दिशाएँ और गति दे रही हैं।

## भारतीय परमाणु कार्यक्रम शांतिपूर्ण उद्देश्य

भारतीय परमाणु कार्यक्रमों का एक निश्चित उद्देश्य है जो विकास की दिशा में शांतिपूर्ण प्रयोगों का हिमायती है, हमें परमाणु हथियारों का जखीरा नहीं जमा करना, जैसा कि सितम्बर 1983 में दिल्ली में आयोजित विश्व ऊर्जा सम्मेलन में बोलते हुए तत्कालीन प्रधानमंत्री श्रीमती गांधी अपनी नीति को स्पष्ट करते हुए कहा था

‘आज से तीसरे साल पहले, विज्ञान के क्षेत्र के सक्रिय और अग्रणी व्यक्तित्व डॉ० होमी भाभा ने इस ओर ध्यान दिलाया था कि हम ऊर्जा सम्बन्धी अपनी घटती हुई आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए पन विजली और ताप विजली पैदा करने के साधनों के विस्तार पर ही निर्भर नहीं रह सकते। उन्होंने हमारे परमाणु ऊर्जा सम्बन्धी कार्यक्रम के मामले में पहल की। इस प्रयास का विरोध बहुत से देशों ने किया और हमारे इस काम को अविवेकपूर्ण और अव्यावहारिक बताया। वह विरोध आज भी जारी है और हमारे रास्ते में हर कदम पर अड़चनें पैदा की जाती हैं। लेकिन भारत ने परमाणु विजली घरों के डिजाइन तैयार करने और उन्हें बनाने की क्षमता अर्जित कर ली है।’

‘नाभिकीय विज्ञान केवल उन देशों तक सीमित नहीं रह सकता जो इसके मामले में प्रगति कर चुके हैं। जो देश इस क्षेत्र में पिछड़े हुए हैं, उन्हें तो इसकी आवश्यकता और भी ज्यादा है। भारत विज्ञान को आर्थिक पिछड़ेपन से मुक्ति पाने के एक साधन के रूप में देखता है। हम अपने आप को किसी भी ऐसी चीज से वंचित नहीं रखेंगे जो हमारे इस लक्ष्य की पूर्ति में सहायक हो। मुझे विश्वास है कि आप सभी यह जानते हैं कि हमारा नाभिकीय ऊर्जा सम्बन्धी कार्यक्रम हमारी विकास सम्बन्धी आवश्यकताओं पर आधारित है न कि सामरिक-उद्देश्यों पर। यह कार्यक्रम कृषि तथा आयुर्विज्ञान और हमारी ऊर्जा सम्बन्धी आवश्यकताओं की पूर्ति के उपायों के प्रति समर्पित है। हम परमाणु हथियारों के विरुद्ध हैं और हमारे पास कोई भी परमाणु हथियार नहीं है।’

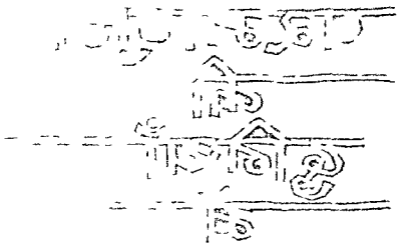
परमात्मा

को

दुनियाँ

में





## मूल कणों की खोज में

पदार्थ के परमाणुवीय संगठन की परिकल्पना का श्रेय 19वीं शती के वैज्ञानिक जॉन डाल्टन को है, जिनके अनुसार तत्व का अत्यंत सूक्ष्म तथा अविभाज्य कण परमाणु ( Atom ) कहलाता है। हर तत्व के परमाणु एक दूसरे से सर्वथा भिन्न होते हैं। यह धारणा लगभग 100 वर्षों तक रसायन शास्त्र का आधार थी। आज यह निर्विवाद रूप से स्वीकारा जाता है कि परमाणु और भी कणों से निर्मित हैं जिनमें इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन प्रमुख हैं।

हालांकि परमाणु के स्वरूप की यह धारणा इसी शती में मानी गई है लेकिन मोटे तौर पर पदार्थ के रचना की जो व्याख्या अभी तक प्रचलित थी, उसका स्पष्ट विवेचन भारतीय मनीषी एवं दार्शनिक महर्षि कणाद के वैशेषिक दर्शन में है। कणाद ने परमाणु की परिकल्पना निम्न प्रकार से की है

‘परमाणु परमसूक्ष्म अवयव स्वयं निरवयवो अतीन्द्रयोनित्य ।’ अर्थात् परमाणु पदार्थ का सूक्ष्मतम, अविभाज्य, आरम्भिक, अनश्वर एवं शाश्वत अवयव है।

पदार्थ की रचना अत्यन्त सूक्ष्मतम कणों या परमाणुओं से होती है। परमाणु मिलकर अणु बनाते हैं और अणुओं से मिलकर पदार्थ की रचना होती है। इसकी भी व्याख्या महर्षि कणाद के वैशेषिक दर्शन में मिलती है।



जे० जे० थामसन

महर्षि कणाद लिखते हैं—'प्रत्येक वस्तु परमाणुओं से बनी है। परमाणु वे वास्तविक तत्व हैं, जो किसी वस्तु को तब तक विभाजित और उपविभाजित करने से प्राप्त होते हैं जब तक कि उसका और अधिक विभाजन असंभव हो जाय। भिन्न प्रकार के परमाणु के अलग-अलग लक्षण होने हैं किन्तु एक एक करके किसी ज्ञानेन्द्रिय द्वारा उसका बोध नहीं हो सकता और मुक्त अवस्था में उनका अस्तित्व भी नहीं होता। वे शाश्वत और अविनाशी हैं।'

ये विशेषताएँ कणाद के परमाणु को आधुनिक 'एटम' के समतर्फी की कोटि में लाती हैं।

अणुओं का भी स्पष्ट संकेत कणाद में है। कणाद के अनुसार एक परमाणु अन्तर्निहित आवेग के अधीन किसी अन्य परमाणु से संयोग करके द्विवको (अणु) का निर्माण करते हैं। जोड़ों में संयोजित होकर एक ही प्रकार के पदार्थ के परमाणुओं के ऐसे अणु उत्पन्न होते हैं जिनके गुण सादृश तथा परमाणुओं के मूल गुणों के अनुरूप ही प्रतीत होते हैं। दो परमाणुओं के मिलने से द्व्यणुक बनता है और तीन द्व्यणुक मिलकर एक त्रसरेणु बनता है और इस प्रकार विविध प्राथमिक पदार्थों का सृजन होता है।

महर्षि कणाद का यह सिद्धान्त जॉन डाल्टन के आधुनिक परमाणुवाद से मिलता-जुलता है। उनके अनुसार परमाणु पदार्थ का अत्यन्त सूक्ष्म कण है जो अविभाज्य है। लेविन वैज्ञानिक अर्नेस्ट रदरफर्ड के प्रयोगों ने यह सिद्ध कर

दिया कि परमाणु और भी सूक्ष्मकणों से मिलकर बना है। आज यह सर्वविदित है कि परमाणु प्रोटॉन, न्यूट्रॉन, इलेक्ट्रॉन, पोजीट्रॉन, मेसान आदि अत्यन्त छोटे कणों से बना है।

## परमाणुओं की रचना

परमाणु (Atom) की रचना सौरमण्डल की भांति है। जैसे सूर्य के चारों ओर अन्य ग्रह कक्षाओं में घूमते हैं वैसे ही परमाणु के नाभिक (Nucleus) के चारों ओर कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन (Electrons) चक्कर काटते हैं। परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन (Proton) और न्यूट्रॉन (Neutron) होते हैं। प्रोटॉन इकाई द्रव्यमान (Unit mass) एवं इकाई धन आवेश वाला कण है। न्यूट्रॉन इकाई द्रव्यमान वाले शून्य आवेशित कण हैं। इलेक्ट्रॉन इकाई ऋण आवेश वाले कण हैं। इनका द्रव्यमान नगण्य (लगभग हाइड्रोजन परमाणु के नाभिक के भार का 1/1837 वा भाग) होता है। पूरा रूप से परमाणु उदासीन (Neutral) होता है। अतः केन्द्रक में स्थित धन आवेशों का मान कक्षाओं के ऋण आवेशों के बराबर होता है।



लार्ड अर्नेस्ट रदरफर्ड



नील्स बोर

प्रकृति में पाये जानेवाले प्रत्येक तत्व की रचना उपर्युक्त कणों से होती है। किसी तत्व के नाभिक में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की कुल संख्या ही उस तत्व का परमाणु भार कहलाती है तथा परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या या कक्षाओं (Orbits) में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या उस तत्व का परमाणु क्रमांक (Atomic Number) कहलाता है।

कुछ ऐसे तत्व भी प्रकृति में पाये जाते हैं जिनके कई रूप होते हैं। जिन तत्वों की परमाणु सख्या समान हो, पर परमाणु भार (Atomic Weight) भिन्न हो, वे समस्थानिक परमाणु कहलाते हैं। ऐसे तत्वों के विभिन्न रूपों की परमाणु सख्या समान होती है अर्थात् प्रोटॉनों या इलेक्ट्रॉनों की सख्या समान होता है, लेकिन परमाणु भार भिन्न होता है। यह न्यूट्रॉनों की सख्या में भिन्नता के कारण होता है। उदाहरणार्थ, हाइड्रोजन, यूरेनियम के समस्थानिक।

हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं जिन्हें क्रमशः साधारण हाइड्रोजन, ड्यूटेरियम तथा ट्राइटियम कहते हैं। इन तीनों समस्थानिकों की परमाणु सख्या समान (1) है, लेकिन परमाणु भार क्रमशः 1, 2, 3 हैं अर्थात् साधारण हाइड्रोजन के नाभिक में कोई न्यूट्रॉन नहीं होता है तथा ड्यूटेरियम एवं ट्राइटियम में क्रमशः 1 एवं 2 न्यूट्रॉन होते हैं।

इसी प्रकार यूरेनियम के मुख्य दो समस्थानिक हैं, जिन्हें क्रमशः यूरेनियम-235 एवं यूरेनियम-238 कहते हैं। इन दोनों समस्थानिकों का परमाणु क्रमांक 92 है, लेकिन परमाणु भार क्रमशः 235 एवं 238 है। दोनों समस्थानिकों (Isotopes) में प्रोटॉनों की सख्या बराबर अर्थात् 92 है, लेकिन न्यूट्रॉनों की सख्या क्रमशः 143 और 146 है।

### मूल कणों (Fundamental Particles) की खोज

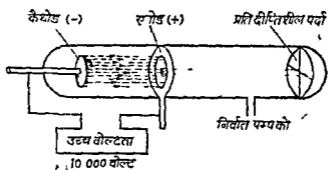
परमाणुओं के बारे में इस जानकारी के बाद आइए आपको इतिहास के पन्नों में ले चलें और देखें कि कब और किन परिस्थितियों में परमाणुओं का यह आधुनिक और स्वमान्य प्रतिरूप निर्धारित हुआ? हम यह जान चुके हैं कि एक लम्बे बरसे तक परमाणु को अविभाज्य माना जाता रहा। यद्यपि डॉल्टन के परमाणुवाद की सहायता से रासायनिक संयोग के नियमों तथा अथवा कई नियमों को समझाया जा सकता था फिर भी कई प्रश्न अनुत्तरित थे यथा विभिन्न तत्वों की संयोजकताएँ (Valencies) तथा परमाणु भार (Atomic Weight) भिन्न क्यों होते हैं?

इस समस्या का समाधान अचानक ही हो गया। अविरल गैसों में विद्युत विसर्जन (Electric discharge) के अध्ययन से परमाणु संरचना का समाधान हो गया। अत्यधिक कम दाब पर गैसों में विद्युत विसर्जन तथा रेडियोधर्मिता (Radio activity) आदि की सहायता से हमने परमाणुओं की दुनियाँ में प्रवेश किया और इस तरह जे० जे० थामसन, लाइ अर्नेस्ट रदरफोर्ड, क्रुक्स, एच० ए० विल्सन, मेरी क्यूरी, और राजन आदि के प्रयोगों ने परमाणुओं की दुनिया के नए पट खोल दिए और यह सिद्ध कर दिया कि परमाणु अविभाज्य, न्यूनतम

कण नहीं हैं, अपितु परमाणुओं की जटिल संरचना होती है। ये अत्यंत सूक्ष्म, मूल कणों से मिलकर बने होते हैं। मूलकणों में इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन प्रमुख हैं। हर तत्व के परमाणु इन्हीं मूल कणों से मिलकर बने होते हैं और सारे तत्व, इन मूल कणों की संख्या में भिन्नता के कारण, गुणधर्मों में एक दूसरे तत्व से भिन्न होते हैं।

### इलेक्ट्रॉन की खोज

वस्तु परमाणुओं की दुनिया में प्रवेश की पहली कड़ी इलेक्ट्रॉन की खोज थी। प्रायः साधारण दाब पर गैसों में विद्युत कुचालक होती है परंतु गेस्लर (Geissler, 1853) ने अत्यंत कम दाब पर भी उनमें विद्युत प्रवाहित करके दिखा दिया। फिर विलियम क्रूक्स (William Crookes) ने देखा कि यदि विमर्जन नलिका (Discharge tube) में गैस भरकर हजारों वोल्ट की उच्च विभव की विद्युत प्रवाहित की जाय तो ऋण इलेक्ट्रोड यानी कैथोड (Cathode) से एक किरण पुंज (Beam) निकल कर धन इलेक्ट्रोड यानी एनोड (Anode) की ओर जाती है। इन किरणों के नली की काच से टकराने के फलस्वरूप चमक उत्पन्न होती है। इन्हीं कैथोड किरणों (Cathode-ray) कहा गया।



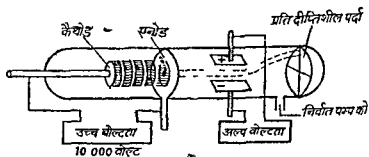
विमर्जन नलिका में कैथोड किरणों का उत्पन्न होना

प्रयोगों के दौरान पाया गया कि यदि विमर्जन नलिका में दो ओर इलेक्ट्रोड लगा कर विद्युत प्रवाहित की जाय तो कैथोड किरणें धनात्मक इलेक्ट्रोड की ओर महज ही मुड़ जाती हैं। इस प्रेक्षण से यह स्पष्ट हुआ कि ये किरणें ऋण आवेश युक्त होती हैं।

अंग्रेज वैज्ञानिक जे० जे० थॉमसन (J J Thomson) ने यह प्रयोग कई बार किया। उन्होंने कई विमर्जन नलिकाओं में भिन्न-भिन्न धातुओं के इलेक्ट्रोड लगाए और भिन्न-भिन्न गैसों को भरकर विद्युत प्रवाहित की। हर बार उन्हें ऋणात्मक आवेश युक्त सूक्ष्म कण प्राप्त हुए। उनमें द्रव्यमान तथा आवेश की

भिन्नता नहीं पाई गई। उन्होंने निष्कर्ष रूप में कहा कि यह ऋण आवेश युक्त कण प्रत्येक परमाणु के अनिवार्य घटक (Essential Constituent) हैं। थामसन ने इन कणों का नाम रखा—कॉरपुलस। बाद में स्टोनी ने इनको इलेक्ट्रॉन नाम दिया।

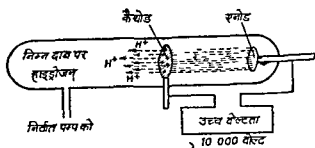
आगे चलकर (1897) थामसन ने यह भी निर्धारित किया कि इलेक्ट्रॉन (e) पर ऋणात्मक आवेश  $1.602 \times 10^{-19}$  कूलाम होता है और उसका द्रव्यमान ( $9.107 \times 10^{-28}$  ग्राम) हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान ( $1.672 \times 10^{-24}$  ग्राम) के लगभग  $1/1837$  होता है।



विद्युत क्षेत्र में कैथोड किरणें धन इलेक्ट्रोड की ओर मुड़ जाती हैं प्रोटॉन की खोज

चूँकि परमाणु विद्युत उदासीन होते हैं। अतः जब इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति की पुष्टि हो गई तो सहज ही यह आभास होने लगा कि परमाणुओं में समान संख्या में धन आवेश भी होना चाहिए।

एक प्रयोग के दौरान गोल्डस्टीन (Goldstein, 1886) ने देखा कि गैस विसर्जन नलिका में यदि छिद्र युक्त कैथोड प्रयुक्त किया जाय तो कैथोड के पीछे



धन किरणों का उत्पन्न होना

72 / परमाणुओं की धारा में

एक दीप्ति उत्पन्न होती है। उन्होंने कई प्रेक्षण किए और पाया कि एक प्रकार की किरणें कैथोड के छेदो से निकलकर कैथोड के पीछे चली जाती है और इसी नाते कैथोड के पीछे दीप्ति उत्पन्न होती है। गोल्ड स्टीन ने इन किरणों को कैनाल किरणें (Canal rays) या एनोड किरणें (Anode rays) कहा।

आगे चलकर डब्ल्यू० वाइन (W Wien, 1897) ने सिद्ध कर दिखाया कि ये कैनाल किरणें धन आवेश युक्त होती हैं। धन आवेश युक्त होने के कारण थामसन ने इन्हे धन किरणें (Positive rays) नाम दिया।

इन गुणधर्मों का अध्ययन करने के दौरान यह पता चला कि ये भी कैथोड किरणों की भांति चुम्बकीय क्षेत्र में अपने माग से मुड़ जाती है और विद्युत क्षेत्र से गुजरने पर (कैथोड किरणों के ठीक विपरीत) ऋण इलेक्ट्रोड की ओर मुड़ जाती है। इन प्रेक्षणों से ज्ञात हुआ कि वस्तुतः धन किरणें धनात्मक विद्युत आवेश युक्त सूक्ष्म कणों से मिलकर बनी होती है। हाइड्रोजन परमाणुओं से प्राप्त इन मूल कणों को प्रोटॉन नाम दिया गया। यह नामकरण 1920 में रदर फड ने किया था।

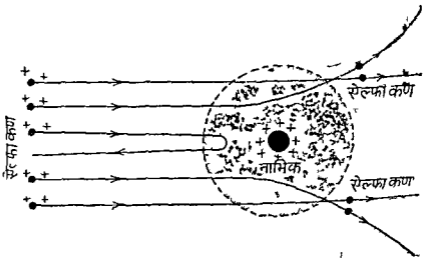
आगे चलकर यह निर्धारित हुआ कि प्रोटॉन (p) पर विद्युत आवेश परिमाण में इलेक्ट्रॉन के बराबर ( $1.602 \times 10^{-19}$  कूलाम) ही होता है, (पर विपरीत) और इसका द्रव्यमान हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान ( $1.672 \times 10^{-24}$  ग्राम) के समान होता है। प्रोटॉनों को भी परमाणु संरचना की मूल इकाई (Fundamental Unit) माना गया।

**परमाणुओं के प्रतिमान (Atomic Model)**

जब परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन की खोजें हो गईं तो सर जे० जे० थामसन ने सबसे पहली बार परमाणुओं का विस्तृत मॉडल प्रस्तुत किया। उन्होंने परमाणुओं की परिकल्पना एक ऐसे गोले के रूप में की थी जिसमें बराबर सख्या में इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन इधर-उधर बिखरे हुए थे।

लार्ड अर्नेस्ट रदरफर्ड (Lord Ernest Rutherford, 1911) ने एक सोने की पतली पन्नी पर तीव्र ग्रामी धनात्मक विद्युत आवेश युक्त ऐल्फा कणों (लेड धातु के बक्से में रखे किसी रेडियो धर्मी तत्व से प्राप्त) की बौछार की तो उन्होंने कई नूतन परिणाम प्राप्त किए। प्रयोग के दौरान उन्होंने देखा कि सोने की पन्नी से टकराने के बाद बहुत से ऐल्फा कण तो सीधी रेखा में उसको पार कर जाते हैं, कुछ अपने माग से विचलित हो जाते हैं और कुछ तो पन्नी से टकराकर उसी दिशा में लौट आते हैं।



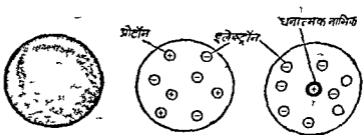


परमाणु के न्यूक्लीय प्रतिरूप द्वारा ऐल्फा कणों का प्रकीर्णन

रदरफर्ड ने इस प्रयोग से निष्कर्ष निकाला कि ऐल्फा कण (धनात्मक विद्युत आवेश युक्त कण) तभी वापस लौट सकते हैं जब कि समान आवेश वाले किसी पिण्ड से टकरायें। इस प्रयोग के आधार पर रदर फर्ड ने परमाणु संरचना का न्यूक्लीय प्रतिमान ( Nuclear Model of Atom ) प्रस्तुत किया।

रदर फर्ड ने निष्कर्ष निकाला कि परमाणु के आयतन का अधिकांश भाग खाली रहता है—और इसी नाते अधिकांश ऐल्फा कण सीधे बाहर निकल जाते हैं।

परमाणु के भीतर एक अति सूक्ष्म और धनात्मक विद्युत आवेश होता है, जिससे टकरा कर कुछ ऐल्फा कण उसी दिशा में वापस लौट आते हैं और कुछ अपने माग से विचलित हो जाते हैं। इस धन आवेश युक्त पिण्ड को रदर फर्ड ने नाभिक या केन्द्रक (Nucleus) नाम दिया।



डाल्टन का परमाणु मॉडल

थॉमसन का परमाणु मॉडल

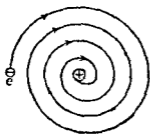
रदरफर्ड का परमाणु का न्यूक्लीय मॉडल

रदरफर्ड ने परमाणु संरचना का मॉडल प्रस्तुत करते हुए कहा कि परमाणु में एक अति सूक्ष्म, घन विद्युत आवेश युक्त नाभिक होता है। नाभिक का घनात्मक आवेश उसके सभी प्रोटॉनों के कारण होता है जो नाभिक के चारों ओर चक्कर लगा रहे ऋणात्मक विद्युत आवेश युक्त कणों यानी इलेक्ट्रॉनों के कारण संतुलित रहता है और इस प्रकार परमाणु उदासीन होता है।

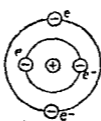
### रदरफर्ड के मॉडल में सुधार

अब भी परमाणु संरचना के उक्त मॉडल में कुछ खामियाँ मौजूद थीं। मैक्सवेल के विद्युत गतिकी के मूलभूत सिद्धांत के अनुसार गतिशील विद्युत आवेशित कण से निरंतर ऊर्जा विकिरित (विद्युत चुम्बकीय तरंगों के रूप में) होती है।

रदरफर्ड ने जो मॉडल प्रस्तुत किया था, उस पर विचार किया जाय तो हम देखते हैं कि नाभिक के चारों ओर चक्कर काटते हुए इलेक्ट्रॉन कण विद्युत चुम्बकीय तरंगों के रूप में ऊर्जा विकिरित करते रहे और ऊर्जा में कमी आते रहने के कारण इलेक्ट्रॉन की गति भी कम होती जायेगी और एक स्थिति तो ऐसी भी आ सकती है कि क्रमशः उसकी त्रिज्या छोटी होती जायेगी और अंततः वह नाभिक में गिर पड़ेगा। निस्संदेह उक्त परमाणु मॉडल ठीक प्रतीत नहीं होता क्योंकि परमाणु एक स्थायी निकाय है।



रदरफर्ड के मॉडल में दोष



नील्स बोर का परमाणु मॉडल



कक्षा का आधुनिक रूप

इसका समाधान प्रस्तुत किया वैज्ञानिक नील्स बोर (Niels Bohr, 1913) ने और उन्होंने बताया कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर बंद कक्षाओं (Closed Orbits) में चक्कर काटते हैं। किसी विशिष्ट कक्षा में घूमते समय इलेक्ट्रॉनों का ऊर्जा क्षय नहीं होता और वे नाभिक में गिर नहीं पड़ते। अलग-अलग जब कोई इलेक्ट्रॉन एक कक्षा से दूसरी कक्षा में स्थांतरित होता है तब उसकी ऊर्जा में ह्रास अथवा वृद्धि होती है। केंद्र से बाहर की ओर आरंभ करके क्रमशः इन्हें 1, 2, 3, 4 सत्याओं अथवा K, L, M, N अक्षरों से प्रदर्शित करते हैं।

कोर और कुछ

सोचकर

विश्व क्रमसः ४, ५, ६,

fundamental) से प्रकृत्य करते ।

10 विषय होने के बाद

परमाणु संरचना को

गोला

या कि इलेक्ट्रॉन

आधुनिक साधनों

को

देखा

से पति

धूमिल हैं कि कमी में

हैं । वे युवाकार कथारों में

तथा इससे दूर हूँ

प्रधान

कोर

केवल उस क्षेत्र को प्रकट करता है, जहाँ इलेक्ट्रॉन के पाए जाने की प्रायिकता सर्वाधिक होती है। जहाँ पर इलेक्ट्रॉन उपस्थिति की संभावना सबसे अधिक होती है, वहाँ पर श्रृणात्मक विद्युत आवेश का बादल घना होता है।

आधुनिक विचारधारा के अनुसार अतिरिक्त नाभिकीय इलेक्ट्रॉनों को नाभिक के चारों ओर गोलीय कोशों (Orbits) या कक्षाओं में व्यवस्थित माना जाता है। नाभिक के सबसे निकट से बाहर की ओर बढ़ते हुए इन्हें क्रमशः 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 अक्षरों K, L, M, N, O, P, Q अक्षरों से प्रदर्शित किया जाता है। प्रत्येक कोश की अपनी निश्चित ऊर्जा होती है। इसी नाते इनको 'ऊर्जा स्तर' (Energy Levels) भी कहते हैं। K से लेकर Q तक की विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम वितरण संख्या क्रमशः 2, 8, 18, 32, 18, 8 तक हो सकती है।

### न्यूट्रॉन की खोज

बोथे और बेकर (Bothe and Becker, 1930) ने अपने एक प्रयोग के दौरान अनुभव किया कि जब तीव्र वेग वाले ऐल्फा कणों की बीछार बेरिलियम पर की जाती है तो एक नए प्रकार के विकिरण प्राप्त होते हैं। अग्रज वैज्ञानिक सर जेम्स चैडविक (James Chadwick, 1932) ने भी ऐसे प्रयोग किए और इन विकिरणों की प्रकृति का अध्ययन किया।

जेम्स चैडविक ने ज्ञात किया कि ये नए विकिरण वास्तव में एक नए प्रकार के कण हैं। इन कणों का द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर ( $1.675 \times 10^{-24}$  ग्राम) होता है और ये विद्युत उदासीन कण हैं। चैडविक ने इन कणों को न्यूट्रॉन (n) नाम दिया।

लीथियम, बोरान आदि हल्के तत्वों पर भी ऐल्फा कणों की बमबारी से न्यूट्रॉन प्राप्त होते हैं। प्रायः सभी तत्वों (हल्की हाइड्रोजन,  $H^1$  को छोड़कर) के परमाणुओं में न्यूट्रॉन होते हैं। इस तरह यह स्थापना की गई कि न्यूट्रॉन भी द्रव्य के मूल कण हैं।

### नाभिकीय संघटन (Nuclear Composition)

न्यूट्रॉन की खोज के पश्चात् हाइजेनबर्ग (Heisenberg) ने विचार प्रस्तुत किया कि परमाणु का नाभिक प्रोटॉन और न्यूट्रॉन से मिलकर बना होता है। चूँकि न्यूट्रॉन विद्युत उदासीन होते हैं, और प्रत्येक प्रोटॉन पर इकाई धनात्मक विद्युत आवेश होता है अतः नाभिक का धनात्मक विद्युत आवेश उसमें उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या के बराबर होता है। नाभिक के अंदर विद्यमान प्रोटॉनों की संख्या को परमाणु क्रमांक (Atomic number) कहते हैं।

चूँकि परमाणु विद्युत उदासीन होता है अतः परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या, कक्षाओं में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है, प्रचारांतर से किसी तत्व के परमाणु की कक्षाओं में विद्यमान इलेक्ट्रॉनों की संख्या को भी परमाणु क्रमांक कह सकते हैं।

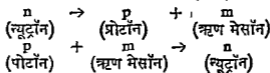
प्रोटॉन और न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग 1 होता है पर इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान नगण्य होता है। चूँकि प्रोटॉन और न्यूट्रॉन दोनों नाभिक के अंग हैं, अतः परमाणु का संपूर्ण द्रव्यमान नाभिक में ही सन्निहित होता है। इसी कारण परमाणु नाभिक काफी भारी होता है।

नाभिक में उपस्थित समस्त परमाणु कणों को न्यूक्लियान (Nucleon) कहते हैं। वस्तुतः मुख्य न्यूक्लियॉन प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन हैं। भिन्न-भिन्न परमाणुओं के नाभिक का द्रव्यमान तथा उन पर उपस्थित घन आवेशों की संख्या भिन्न भिन्न होती है। परमाणु नाभिक का आकार अत्यंत लघु होता है। नाभिक की त्रिज्या लगभग  $10^{-12}$  सेमी और परमाणु की त्रिज्या लगभग  $10^{-8}$  सेमी होती है। चूँकि परमाणु का लगभग समस्त द्रव्यमान बहुत ही कम आयतन के नाभिक में केंद्रित रहता है, अतः परमाणु की अपेक्षा नाभिक काफी सघन और दृढ़ होता है। नाभिक का आयतन परमाणु के आयतन का लगभग  $10^{-12}$  होता है और नाभिक का घनत्व परमाणु के घनत्व से लगभग  $10^{12}$  गुना अधिक होता है।

### नाभिक का स्थायित्व (Stability of Nucleus)

नाभिक का आकार बहुत छोटा होता है और इसमें न्यूट्रॉन तथा प्रोटॉन पाए जाते हैं। हमें यह ज्ञात है कि प्रोटॉन घनावेशित होते हैं तथा न्यूट्रॉन आवेश रहित होते हैं। स्वाभाविक है कि इनमें प्रतिकर्षण होता रहता है। प्रतिकर्षण (Repulsion) होते हुए भी ये कण क्यों कर आपस में बंधे रहते हैं?

वैज्ञानिक युकावा (1935) ने एक विचार प्रस्तुत किया कि न्यूक्लियॉनो (प्रोटॉन, न्यूट्रॉन) का एक युग्म मेसान कणों (जो घन या ऋण आवेश युक्त होते हैं) द्वारा अपने आवेश परिवर्तित करता रहता है। यथा



मेसानो के अनवरत विनिमय से एक आकर्षण बल उत्पन्न होता है जो नाभिक को स्थायित्व (Stability) प्रदान करता है।

## प्रमुख मूल कर्णों के संक्षिप्त विवरण

| खोजी                             | मूलकण             | विद्युत आवेश          | निरपेक्ष द्रव्यमान<br>(Absolute mass) | सापेक्ष द्रव्यमान<br>(Relative mass) |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| जे० जे० थामसन<br>(1897)          | इलेक्ट्रॉन<br>(e) | इकाई ऋण आवेश<br>(-1)  | $9.107 \times 10^{-28}$ ग्राम         | 0.00054                              |
| वाइन (1897) और रदरफर्ड<br>(1919) | प्रोटॉन<br>(p)    | इकाई धन आवेश<br>(+1)  | $1.672 \times 10^{-24}$ ग्राम         | 1.0078                               |
| जेम्स चैडविक<br>(1932)           | न्यूट्रॉन<br>(n)  | वैद्युत उदासीन<br>(0) | $1.675 \times 10^{-24}$ ग्राम         | 1.0084                               |

### परमाणु संख्या (Atomic Number)

वैज्ञानिक मोसले (Mosely, 1913) ने बताया कि भिन्न-भिन्न परमाणुओं के नाभिक पर भिन्न-भिन्न घनात्मक विद्युत आवेश होता है। यथा-हाइड्रोजन के नाभिक पर 1, आक्सीजन के नाभिक पर 8 तथा सोडियम के नाभिक पर 11 धन आवेश। किसी परमाणु के नाभिक पर कुल घनात्मक विद्युत आवेश की संख्या, उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या के बराबर होती है।

अतः नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या को उस तत्व की परमाणु संख्या या परमाणु क्रमांक कहते हैं।

हमें ज्ञात है कि परमाणु विद्युत उदासीन होता है, अतः प्रोटॉनों की संख्या इलेक्ट्रॉनों के बराबर होती है। अतः हम यह भी कह सकते हैं कि इलेक्ट्रॉनों की संख्या भी परमाणु संख्या के बराबर होती है।

### परमाणु भार (Atomic Weight)

किसी तत्व के परमाणु के नाभिक के अंदर विद्यमान प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्या के योग को उस तत्व का परमाणु भार (Atomic Weight) अथवा द्रव्यमान क्रमांक (Mass Number) कहते हैं।

### समस्थानिक (Isotopes)

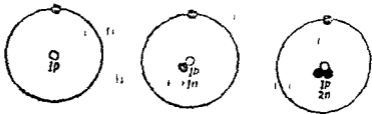
समस्थानिकों के बारे में हमें जानकारी देने का श्रेय थामसन, विलियम ऑस्टन और फ्रैंड्रिक सॉडी को है। वैज्ञानिक साडी (Soddy) ने डाल्टन के कथन (एक तत्व के सभी परमाणु सब तरह से समान होते हैं) को सदेहास्पद बताया।

वास्तव में कुछ तत्वों के कई ऐसे रूप भी प्राप्त हुए हैं जिनके परमाणु क्रमांक तो समान होते हैं पर परमाणु भार भिन्न-भिन्न होते हैं। ऐसे तत्वों के परमाणुओं में प्रोटॉनों की संख्या तो समान होती है पर न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न होती है। तत्वों के ऐसे रूप समस्थानिक कहलाते हैं।

देखा गया है कि अधिकांश तत्वों के परमाणु भार पूर्णांक नहीं है। ऐसा उनके समस्थानिक रूपों के कारण होता है। किसी तत्व का परमाणु भार उसके समस्थानिकों के परमाणुओं का औसत भार होता है।

यह भी देखा गया है कि अधिकांश तत्व दो या दो से अधिक समस्थानिकों के मिश्रण होते हैं। यथा हाइड्रोजन के 3, आक्सीजन के 3 और क्लोरीन के 2 समस्थानिक होते हैं।

हाइड्रोजन के तीनों रूपों का परमाणु क्रमांक 1 होता है। पर प्रत्येक के केन्द्रक में न्यूट्रॉन संख्या भिन्न होने के कारण इनके परमाणु भार क्रमशः 1, 2, 3 होते हैं। इनको क्रमशः हाइड्रोजन अथवा प्रोटियम (Protium), ड्यूटेरियम (Deuterium) और ट्राइटियम (Tritium) कहते हैं।



हाइड्रोजन प्रोटियम

ड्यूटेरियम

ट्राइटियम

परमाणु संख्या 1

1

1

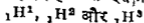
परमाणु भार 1

2

3

हाइड्रोजन के समस्थानिक

हाइड्रोजन अथवा प्रोटियम में 1 प्रोटॉन होता है, न्यूट्रॉन नहीं होता। ड्यूटेरियम में 1 प्रोटॉन तथा 1 न्यूट्रॉन और ट्राइटियम में 1 प्रोटॉन तथा 2 न्यूट्रॉन होते हैं। इन्हें क्रमशः इस प्रकार लिखा जाता है।



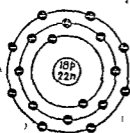
इसी तरह लीथियम के दो समस्थानिक  ${}_3\text{Li}^6$  तथा  ${}_3\text{Li}^7$ , क्लोरीन के दो समस्थानिक  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$  तथा  ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ , आक्सीजन के तीन समस्थानिक  ${}_8\text{O}^{16}$  तथा  ${}_8\text{O}^{17}$  तथा  ${}_8\text{O}^{18}$  होते हैं।

यरेनियम अथवा अन्य कई तत्वों के प्राकृतिक समस्थानिक उपलब्ध हैं और कई तत्वों के समस्थानिक कृत्रिम रूप से परमाणु भट्टियों में बनाए जाते

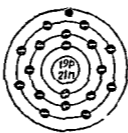
हैं। ये रेडियो आइसोटोप कहलाते हैं। ये रेडियो सक्रिय होते हैं अर्थात् इनमें से कुछ कण व विकिरणों का उत्सर्जन होता रहता है, परिणाम स्वरूप इन तत्वों के विघटन (Disintegration) की प्रक्रिया जारी रहती है। विकिरण के गुण के नाते रेडियो आइसोटोप औपधोय महत्व के होते हैं और इन्हें परमाणु रिएक्टरों में निर्मित किया जाता है।

### समभारो (Isobars)

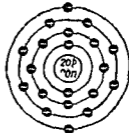
कुछ तत्वों के परमाणु समस्थानिकों के ठीक विपरीत लक्षण प्रदर्शित करते हैं। कुछ विभिन्न तत्वों के परमाणुओं का परमाणु भार एक ही होता है पर उनके परमाणु क्रमांक भिन्न होते हैं। यथा आर्गन (Ar), पोटैशियम (K) और कैल्शियम (Ca) सभी का परमाणु भार 40 है पर उनकी परमाणु संख्याएँ क्रमशः 18, 19, और 20 हैं। ऐसे परमाणुओं को समभारो (Isobars) कहते हैं।



आर्गन (Ar)



पोटैशियम (K)



कैल्शियम (Ca) के समभारो

ध्यान देने योग्य तथ्य यह है कि समस्थानिक होने का गुण एक ही तत्व के विभिन्न रूप प्रदर्शित करते हैं पर विभिन्न तत्वों के परमाणु समभारो हो सकते हैं क्योंकि सभी तत्वों के परमाणु क्रमांक (नाभिक में प्रोटॉनों की संख्या) समान नहीं हो सकती। इसी नाते तत्वों की आवत सारणी में समस्थानिकों का स्थान तो एक ही होता है पर समभारो तत्वों के स्थान सर्वथा अलग-अलग होते हैं।

### समन्यूट्रॉनिक (Isotones)

कभी-कभी विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या समान पायी जाती है। जैसे कि  ${}^3_1\text{H}^3$  और  ${}^4_2\text{He}^4$ ,  ${}^{13}_6\text{C}^{13}$  और  ${}^{14}_7\text{N}^{14}$  तथा  ${}^{30}_{14}\text{Si}^{30}$ ,  ${}^{31}_{15}\text{P}^{31}$  और  ${}^{32}_{16}\text{S}^{32}$  में न्यूट्रॉनों की संख्या समान है। ये समन्यूट्रॉनिक तत्व कहलाते हैं।

### कुछ अन्य मूल कण

हम यह जान चुके हैं कि इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन मूल कण हैं। इन्हें और छोटे कणों में विभाजित नहीं किया जा सकता है। इनमें से कुछ दूसरे



मौलिक कणों में अस्थिरता परिवर्तित हो जाने हैं लेकिन ये अस्थायी (Unstable) होने हैं, अल्प अवधि के लिए ही स्थिर रहते हैं।

एण्डरसन (1932) ने एक ऐसे मूल कण की खोज की जिस पर इलेक्ट्रॉन के विपरीत आवेश था, अतः उन्होंने इसको 'पोजीट्रॉन' नाम दिया। पोजीट्रॉन वस्तुतः इलेक्ट्रॉन का विशुद्ध प्रतिरूप ही है। एक इतना ही है कि इस पर धन आवेश होता है। इसे खोजने का प्रयास जोलियो क्यूरी दम्पति (1933) ने भी किया था। उन्होंने अपने एक प्रेक्षण में देखा कि पोलोनियम से प्राप्त अल्फा कणों के बेरेलियम पर डालने से प्राप्त विकिरण जब सीसे से टकराते हैं, तो इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। इसकी व्याख्या करते हुए उन्होंने कहा कि इलेक्ट्रॉनों की उत्पत्ति उन ऊर्जावान गामा किरणों से होती है जो बेरेलियम पर अल्फा कणों के डालने से उत्सर्जित होती हैं। लेकिन इसका कोई साक्ष्य उनके पास न था और निस्संदेह पोजीट्रॉन के खोजी होने का श्रेय एण्डरसन को मिला।

एण्डरसन ने अपने प्रयोगों के आधार पर व्याख्या की कि उच्च ऊर्जावान गामा किरण (जैसी रेडियोधर्मी थोरियम से प्राप्त होती हैं) ब्रह्मांडीय किरणों के समान होती हैं, जिनमें इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन की क्षमता होती है। एण्डरसन ने क्लाउड चैम्बर फोटोग्राफ तथा अन्य प्रयोगों के आधार पर नए मूल कणों की घोषणा की और उन्हें धनात्मक इलेक्ट्रॉन या पोजीट्रॉन (Positive electron or positron) कहा।

जब न्यूट्रॉन नाभिक से बाहर होता है तो यह अस्थिर होता है। 12 मिनट के अपने अल्प जीवन काल के बाद यह प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन तथा न्यूट्रिनो (Neutrino) नामक मौलिक कणों में परिवर्तित हो जाता है। न्यूट्रिनो की खोज अभी इधर ही (1965) हुई है। यह एक अदृश्य कण है, इस पर न तो कोई आवेश होता है और न ही इसमें द्रव्यमान निहित होता है।

फोटॉन (Photon) भी एक अस्थायी मौलिक कण है। इसमें भी न तो द्रव्यमान होता है और न ही कोई आवेश। प्रकाश, रेडियो तरंगें अथवा एक्स किरणें फोटॉन की धारा ही तो हैं।

इनके अतिरिक्त हमें और भी कई मूल कणों की जानकारी है। लेकिन ये सभी अस्थायी कण हैं। कुछ तो इतने अस्थायी होते हैं कि 1 सेंकड से भी कम समय में दूसरे कणों में परिवर्तित हो जाते हैं। स्पष्ट है कि इनके गुणधर्मों और प्रकृति का अध्ययन करना अपने आप में अत्यंत जटिल है।

मौलिक कणों का एक दूसरे से क्रिया करके दूसरे कणों में बदलने की

क्रिया कुछ विशेष परिस्थितियों और बदिशो मे ही होती है। प्रेक्षणो में पाया गया है कि क्रिया करने वाले कणो और परिणामी कणो के आवेश बराबर होते हैं। जब कोई न्यूट्रॉन टूटता है तो वह प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन मे ही परिवर्तित होता है। इस परिवर्तन मे, न्यूट्रॉन का शून्य आवेश प्रोटॉन के इकाई धन आवेश और इलेक्ट्रॉन के इकाई ऋण आवेश से सतुलित हो जाता है। कणो के परिवर्तन मे आवेश सरक्षण (Conservation of Charge) के अतिरिक्त और भी कई गुणो का सरक्षण जरूरी है। निस्सदेह मौलिक कणो के आपसी परिवर्तन सम्बन्धी सक्रियाएँ इन्ही विशेष प्रतिबन्धो के अतर्गत ही सम्पन्न होती है।

बाह्य अतरिक्ष से ब्रह्माडीय किरणें (Cosmic rays) हमारे वायुमडल मे प्रवेश करती रहती है। इन किरणो मे प्रमुखत उच्च ऊर्जा वान प्रोटॉन, ऐल्फा कण और कुछ भारी परमाणुओ के नाभिक होते हैं। वायुमडल मे प्रवेश करते समय ब्रह्माडीय किरणो वायु मे उपस्थित आक्सीजन और नाइट्रोजन अणुओ से टकराती है। इस टकराव (Collision) के परिणाम स्वरूप इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रिनो और मेसान (mesons) जैसे मूल कणो की उत्पत्ति होती है।

मेसान कण कई तरह के होते हैं। सबकी प्रकृति-भिन्न होती है। कुछ पर आवेश होता है। कुछ मेसान कण अपने क्षय से दूसरी कोटि के मेसान कणो की उत्पत्ति करते हैं। मेसान (या मीसोट्रान) कणो की खोज (1937) का श्रेय नीदरमेयर और एडरसन तथा स्ट्रीट और स्टीवेंसन को समान रूप से दिया जाता है। ब्रह्माडीय विकिरणो के अध्ययन से कई मूल कणो की खोज हुई है।

अभी तो हमने परमाणुओ की दुनिया मे प्रवेश ही किया है। न जाने अभी कितने रहस्य अनावरित होंगे ?

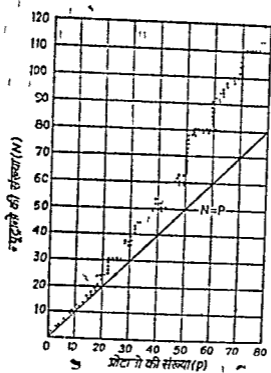
## परमाणुओं की अस्थायी प्रकृति और रेडियोधर्मिता की खोज

किसी परमाणु के नाभिक का स्थायित्व उसमें उपस्थित न्यूट्रानों तथा प्रोटानों के अनुपात ( $N/P$ ) पर निर्भर करता है। प्रायः देखा गया है कि स्थायी (Stable) नाभिकों में यह अनुपात 1 अथवा लगभग 1 के बराबर होता है। लेकिन जब यह अनुपात 1.5 से अधिक हो जाता है तो नाभिक अस्थायी (Unstable) और रेडियोधर्मी (Radio active) हो जाता है यानी उससे कुछ किरणें निकलने लगती हैं।

परमाणु क्रमांक 20 तक के परमाणु स्थायी होते हैं। इनमें  $N/P$  लगभग 1 होता है। ज्यों-ज्यों परमाणु क्रमांक बढ़ता जाता है, न्यूट्रानों की संख्या प्रोटानों से अधिक होने लगती है अर्थात् इस अनुपात का मान बढ़ने लगता है। परमाणु क्रमांक 83 से ऊपर वाले तत्वों में यह मान 1.5 से 1.6 तक होता है और इसी नाते वे अस्थायी और रेडियोधर्मी होते हैं।

अस्थायी परमाणुओं की विघटन प्रक्रिया यानी (किरणों का उत्सर्जन) तब तक जारी रहती है, जब तक कि वे स्थायित्व नहीं प्राप्त कर लेते।

प्राकृतिक परमाणुओं में उपस्थित  $N$  और  $P$  के बीच ग्राफ खींचे जाने पर हम एक वक्र प्राप्त होता है। साथ के चित्र में यह बिन्दुओं से प्रदर्शित है। चित्र में दी गई सीधी रेखा वास्तव में एक काल्पनिक रेखा है जो  $N = P$  को दर्शाती है। जिन नाभिकों में ऐसी स्थिति ( $N = P$ ) होती है, वे सीधी रेखा के नजदीक होते हैं।



न्यूट्रॉन-प्रोटॉन अनुपात

### रेडियोधर्मिता की खोज

फ्रांसीसी वैज्ञानिक हेनरी बेकरल (Henri Becquerel, 1896) ने सयोग-वशात पाया कि यूरेनियम खनिज के टुकड़े के भीतर से कुछ अदृश्य किरणें निकलती हैं जो काले कागज में लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करती हैं। इन किरणों में ठोस पदार्थों के आर-आर निकल जाने का गुण होता है और ये जिक सल्फाइड जैसे कुछ पदार्थों को अंधेरे में चमका देती हैं। बेकरल के नाम पर इन किरणों को 'बेकरल किरणें' (Becquerel rays) कहा गया।

फिर मेरी क्यूरी और श्मिट (Marie Curie and Schmidt 1898) ने ऐसे गुण का अवलोकन थोरियम में भी किया। उन्होंने इस गुण को रेडियो-धर्मिता (Radio activity) कहा तथा ऐसे तत्व जो इन किरणों का उत्सजन करते रहते हैं, रेडियोधर्मी तत्व (Radio active elements) कहा।

### क्यूरी दम्पति का योगदान

यूरेनियम खनिज से कुछ रहस्यमयी किरणों के उत्सजन सम्बन्धी बेकरल की खोज ने क्यूरी दम्पति (मेरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी) को बहुत प्रभावित किया।

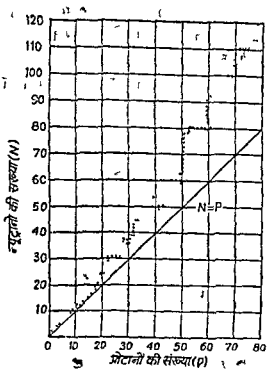
## परमाणुओं की अस्थायी प्रकृति और रेडियोधर्मिता की खोज

किसी परमाणु के नाभिक का स्थायित्व उसमें उपस्थित न्यूट्रॉनों तथा प्रोटॉनों के अनुपात ( $N/P$ ) पर निर्भर करता है। प्रायः देखा गया है कि स्थायी (Stable) नाभिकों में यह अनुपात 1 अथवा लगभग 1 के बराबर होता है। लेकिन जब यह अनुपात 1.5 से अधिक हो जाता है तो नाभिक अस्थायी (Unstable) और रेडियोधर्मी (Radio active) हो जाता है यानी उससे कुछ किरणें निकलने लगती हैं।

परमाणु क्रमांक 20 तक के परमाणु स्थायी होते हैं। इनमें  $N/P$  लगभग 1 होता है। ज्यों-ज्यों परमाणु क्रमांक बढ़ता जाता है, न्यूट्रॉनों की संख्या प्रोटॉनों से अधिक होने लगती है अर्थात् इस अनुपात का मान बढ़ने लगता है। परमाणु क्रमांक 83 से ऊपर वाले तत्वों में यह मान 1.5 से 1.6 तक होता है और इसी नाते वे अस्थायी और रेडियोधर्मी होते हैं।

अस्थायी परमाणुओं की विघटन प्रक्रिया यानी (किरणों का उत्सर्जन) तब तक जारी रहती है, जब तक कि वे स्थायित्व नहीं प्राप्त कर लेते।

प्राकृतिक परमाणुओं में उपस्थित  $N$  और  $P$  के बीच ग्राफ खींचे जाने पर हमें एक वक्र प्राप्त होता है। साय के चित्र में यह विन्दुओं से प्रदर्शित है। चित्र में दी गई सीधी रेखा वास्तव में एक काल्पनिक रेखा है जो  $N=P$  को दर्शाती है। जिन नाभिकों में ऐसी स्थिति ( $N=P$ ) होती है, वे सीधी रेखा के नजदीक होते हैं।



न्यूट्रॉन-प्रोटॉन अनुपात

### रेडियोधर्मिता की खोज

फ्रांसीसी वैज्ञानिक हेनरी बेकरल (Henri Becquerel, 1896) ने संयोग-वशात् पाया कि यूरेनियम खनिज के टुकड़े के भीतर से कुछ अदृश्य किरणें निकलती हैं जो काले कागज में लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करती हैं। इन किरणों में ठोस पदार्थों के आर-पार निकल जाने का गुण होता है और ये जिक सफाइड जैसे कुछ पदार्थों को अंधेरे में चमका देती हैं। बेकरल के नाम पर इन किरणों को 'बेकरल किरणें' (Becquerel rays) कहा गया।

फिर मैरी क्यूरी और श्मिट (Marie Curie and Schmidt, 1898) ने ऐसे गुण का अवलोकन थोरियम में भी किया। उन्होंने इस गुण को रेडियो-धर्मिता (Radio activity) कहा तथा ऐसे तत्व जो इन किरणों का उत्सर्जन करते रहते हैं, रेडियोधर्मी तत्व (Radio active elements) कहा।

### क्यूरी दम्पति का योगदान

यूरेनियम खनिज से कुछ रहस्यमयी किरणों के उत्सर्जन सम्बन्धी बेकरल की खोज ने क्यूरी दम्पति (मैरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी) को बहुत प्रभावित किया।

क्यूरी दम्पति ने विचार किया कि क्या यह समभव है कि इन शक्तिशाली विकिरणों के उत्सर्जन की क्षमता यूरेनियम के अतिरिक्त अन्य तत्वों के भी परमाणुओं में निहित हो ? फिर वे इन तत्वों को ढूँढने में लग गए। उन्होंने कई ज्ञात तत्वों का परीक्षण किया और ऐसे तत्व खोज निकाले जिनमें विकिरणों के उत्सर्जन की क्षमता होती है। इसी क्षमता को मेरी क्यूरी ने रेडियोधर्मिता की संज्ञा दी थी।



रेडियो धर्मिता के सूत्रधार हेनरी बेक्वल

अपने प्रयोगों के दौरान उन्होंने ज्ञात कर लिया था कि यूरेनियम और थोरियम के कुछ अशुद्ध लवण शुद्ध लवणों की अपेक्षा कहीं अधिक रेडियोधर्मी होते हैं। यह विचारणीय प्रश्न था कि आखिर यह अतिरिक्त रेडियोधर्मिता कहाँ से आती है ? क्यूरी दम्पति का अनुमान था कि यह अवश्य ही यूरेनियम और थोरियम लवणों की अशुद्धियों में निहित होनी चाहिए। ज्ञात तत्वों का परीक्षण तो वे कर चुके थे अतः यूरेनियम और थोरियम के लवणों में अशुद्धि के रूप में कुछ नए तत्वों की उपस्थिति का भ्रान्त हो रहा था, जिनकी वजह से अतिरिक्त रेडियोधर्मिता प्रकट होती थी।

### पोलोनियम की खोज

अब उन्होंने नए तत्व को बिलगाने का प्रयास किया और इसके लिए उन्होंने यूरेनियम के एक आक्साइड (पिचब्लैंड) को चुना। जुलाई 1898 में पिचब्लैंड में से उन्होंने नए तत्व को अलग कर पाने में सफलता अर्जित की।



पोलोनियम और रेडियम सरोधे नए रेडियो धर्मी तत्वों  
की खोजी महिला वैज्ञानिक मैडम क्यूरी

इसकी रेडियोधर्मिता यूरेनियम की अपेक्षा 400 गुनी अधिक थी। अपनी मातृ भूमि पोलैंड के नाम पर क्यूरी ने इस नए तत्व का नाम पोलोनियम रखा।

### रेडियम की खोज

पिचब्लैंड से पोलोनियम को अलग कर लेने के बाद भी पिचब्लैंड की रेडियोधर्मिता कहीं अधिक थी, जितनी यूरेनियम और पोलोनियम के लवणों के कारण होनी चाहिए थी। तो क्या अभी पिचब्लैंड में कोई और भी शक्तिशाली रेडियोधर्मी तत्व मौजूद था ?

रेडियोधर्मी विकिरण मापी यंत्रों से भी ऐसा संकेत मिलता था। अब उन्होंने नए तत्व को खोज निकालने की ठानी। पोलोनियम की खोज के ठीक 5 महीने बाद, दिसम्बर 1898 में दूसरे अज्ञात तत्व की उपस्थिति की उन्होंने घोषणा की और इसका नाम रखा रेडियम। उल्लेखनीय है कि यह नया तत्व यानी रेडियम, यूरेनियम की अपेक्षा 15 लाख गुना अधिक रेडियोधर्मी था।

क्यूरी दम्पति ने रेडियम को अलग तो कर लिया था पर वह तत्व रूप में नहीं था बल्कि क्लोरीन के साथ संयुक्त रूप में था। कुछ वैज्ञानिकों को इन नई खोजों के प्रति शका थी। अतः क्यूरी दम्पति के सामने तत्व रूप में रेडियम को प्रस्तुत करना एक अहम सवाल था।



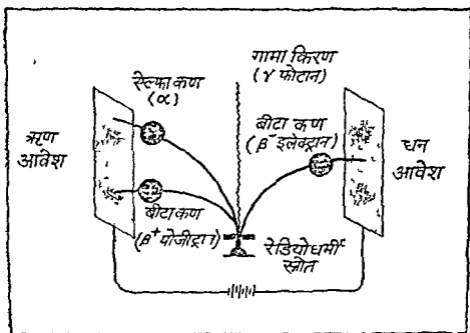
इस मार्ग में बड़ी कठिनाइयाँ थीं। इस कार्य के लिए कई टन पिचब्लैंड की आवश्यकता की जिसे खरीद पाना उनके वश की बात नहीं थी। पिचब्लैंड आस्ट्रिया के अतिरिक्त कहीं मिलती न थी। क्यूरी दम्पति की धारणा थी कि यदि पिचब्लैंड में कोई अज्ञात तत्व है तो यूरेनियम छन चुकने के बाद वह अवश्य बचा रहना चाहिए। बोहेमिया की खानों से पिचब्लैंड निकाली जाती थी और उससे यूरेनियम लवणों को बिलगा लेने के बाद बाकी खनिज को बेकार समझ कर फेंक दिया जाता था। क्यूरी दम्पति की दृष्टान्त देखकर आस्ट्रिया की सरकार पिचब्लैंड का सारा बचा खुचा कचड़ा बड़े सस्ते दामों में उन्हें देने को तैयार हो गई बशर्ते उसे ढीले जाने का सारा खर्चा क्यूरी दम्पति स्वयं वहन करें।

दोनों पिचब्लैंड कचड़ा जहाजों में भरकर ढोयी गई। फिर कमर तोड़ मेहनत शुरू हुई। लोहे की भट्ठी पर बड़े-बड़े कड़ाहों में पिचब्लैंड को उबालना शुरू किया गया। लगातार चार साल तक पति-पत्नी हाफते-खासते, गद और धुएँ भरे माहौल में पिचब्लैंड का संशोधन करते रहे और फिर आया 1902 का साल, जब उनकी मेहनत रंग लायी। दोनों पिचब्लैंड से वे कुछ मिलीग्राम रेडियम तत्व रूप में बिलगाने में सफल हो गए। पोलोनियम यूरेनियम की अपेक्षा अधिक रेडियो सक्रिय था पर रेडियम की रेडियो धर्मिता अद्भुत थी, यूरेनियम की अपेक्षा 15 लाख गुनी अधिक।

रेडियो धर्मिता की खोज ने विज्ञान जगत में नूतन मान्यताओं की स्थापना की। परमाणुओं के बारे में वैज्ञानिक धारणा परिवर्तित हो गई। परमाणु जो अभी तक 'खडनीय' था, 'खडनीय' बन गया। रेडियोधर्मिता की खोज के लिए मैडम क्यूरी को अपने पति पियरे क्यूरी के साथ 1903 में भौतिकी का नोबेल पुरस्कार मिला।

### रेडियोधर्मी किरणों का अध्ययन

रेडियम की खोज के तत्काल बाद ही रदरफ़ड ने अपने एक प्रयोग के दौरान सीसे (Lead) की छोटे मुँह वाली एक चौकोर प्याली में रेडियम का टुकड़ा रखा और उससे उत्सर्जित होने वाली किरणों को विशुद्ध क्षेत्र से गुजरने देकर उन्होंने कुछ प्रेक्षण किए। उन्होंने देखा कि कुछ किरणें श्रृंखला प्लेट की ओर मुड़ती हैं, कुछ धन प्लेट की ओर मुड़ती हैं और कुछ सीधी निकल जाती हैं। अतः उन्होंने रेडियोधर्मी तत्वों से तीन तरह की किरणों के उत्सर्जन की घोषणा की—



### रेडियोधर्मी विकिरण का अध्ययन

#### ऐल्फा किरणें ( $\alpha$ rays)

ऐल्फा किरणें कम कोण पर ऋणात्मक प्लेट की ओर मुड़ जाती हैं। ये ऐल्फा कणों ( $\alpha$  - particles) से मिलकर बनी होती हैं।

ये धनाविष्ट कण वस्तुतः हीलियम परमाणुओं के नाभिक ( $\text{He}^{++}$ ) होते हैं। प्रत्येक कण पर 2 इकाई धन आवेश होता है और इनका भार प्रोटॉन के भार के चार गुने के बराबर होता है।

इनकी वेधन क्षमता कम होती है तथा इन कणों के उत्सर्जन से पदार्थ का द्रव्यमान कम हो जाता है। ये जिक सल्फाइड जैसे पदार्थों में स्फुरदीप्ति पैदा करती हैं तथा फोटो प्लेट को भी प्रभावित कर देती हैं। ऐसा इनकी अत्यधिक गतिज ऊर्जा के कारण होता है।

#### बीटा किरणें ( $\beta$ -rays)

ये किरणें अधिक कोण पर धनात्मक प्लेट की ओर मुड़ जाती हैं। ये बीटा कणों से मिलकर बनी होती हैं।

ये ऋणाविष्ट कण वस्तुतः तीव्र वेग वाले इलेक्ट्रॉन ( $e^{-1}$ ) हैं। प्रत्येक कण पर इकाई ऋण विद्युत आवेश होता है।

- इनकी वेधन क्षमता ऐल्फा कणों की अपेक्षा 100 गुनी अधिक होती है। चूँकि इनका द्रव्यमान हाइड्रोजन के द्रव्यमान का लगभग  $1/1837$  वाँ भाग होता है, अतः बीटा कणों के निकल जाने से पदार्थों के द्रव्यमान में कोई विशेष अंतर नहीं आता।

### गामा किरणें ( $\gamma$ rays)

ये किरणें सीधी निकल जाती हैं जिनका तात्पर्य है कि ये किसी भी प्रकार के कणों से मिलकर नहीं बनती हैं। इनकी प्रकृति  $X$ -किरणों से मिलती-जुलती है।

इनका स्वरूप तरंगों की भाँति होता है। ये विद्युत उदासीन होती हैं। अतः चुम्बकीय व विद्युत क्षेत्र से कतई प्रभावित नहीं होती।

इन किरणों का वेग लगभग प्रकाश वेग के बराबर होता है तथा इनकी वेधन शक्ति बहुत अधिक होती है।

### रेडियोधर्मी विघटन का प्रतिफल

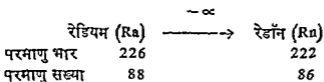
रेडियोधर्मी किरणों की खोज के पश्चात् रदरफड और साडी (1903) ने तत्वों के रेडियोधर्मी विघटन का एक सिद्धांत प्रस्तुत किया।

रेडियो धर्मी किरणों के परमाणु अपनी अस्थायी प्रवृत्ति के कारण सदा विघटित होने रहते हैं और सवथा नए तत्वों को जन्म देते हैं। ये प्रक्रियाएँ तब तक चलती रहती हैं जब तक कि स्थायी परमाणु नहीं प्राप्त हो जाता है।

यद्यपि रेडियो समस्थानिक कई तरह से ऊर्जा का उत्सर्जन कर सकते हैं पर ऊर्जा उत्सर्जन के दो महत्वपूर्ण प्रक्रम हैं।

एक प्रक्रम में परमाणुओं के नाभिक से ऐल्फा कण उत्सर्जित होते हैं और दूसरे में बीटा कण उत्सर्जित होते हैं।

चूँकि ऐल्फा कण हीलियम परमाणु का नाभिक होता है, जिसमें 2 प्रोटॉन और 2 न्यूट्रॉन होते हैं, अतः किसी परमाणु के नाभिक से एक ऐल्फा कण (आवेश + 2, द्रव्यमान 4) निकलने का मतलब है कि प्राप्त होने वाले परमाणु का भार मूल परमाणु से 4 कम होगा और उसकी परमाणु संख्या भी 2 कम होगी। यथा



निस्सदेह ऐल्फा कण के उत्सर्जन से नाभिक का भार भी कम हो जाता है।

बीटा कण एक इलेक्ट्रॉन होता है, सहज ही प्रश्न उठता है कि नाभिक में कोई इलेक्ट्रॉन तो होता नहीं, फिर ये इलेक्ट्रॉन भाते कहाँ से है? इसका सहज उत्तर यह है कि इलेक्ट्रॉनों का जन्म न्यूट्रॉन के प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन तथा न्यूट्रिनो में टूटने से होता है। स्थिर समस्थानिकों में यह प्रक्रिया नहीं होती, सिर्फ रेडियो समस्थानिकों में ही यह प्रक्रिया घटित होती है।

यद्यपि नाभिक में इलेक्ट्रॉन नहीं होता पर ठीक उत्पन्न के समय इसकी उत्पत्ति हो जाती है। ऐसा न्यूट्रॉन के प्रोटॉन में बदलने के कारण होता है।



इसके ठीक विपरीत पाजीट्रॉन की उत्पत्ति है। जब प्रोटॉन अपने को न्यूट्रॉन में परिवर्तित करता है, तो पाजीट्रॉन की उत्पत्ति होती है।



इस तरह से देखा जाय तो न्यूट्रॉन और प्रोटॉन दोनों एक ही भारी नाभिकीय कण की दो वैकल्पिक प्रावस्थाएँ हैं।

नाभिक से एक बीटा कण (आवेश-1) के निकलने का मतलब यह है कि प्राप्त होने वाले परमाणु का भार मूल परमाणु के समान होगा पर परमाणु संख्या 1 अधिक होगी यथा—

— बीटा कण

| वि मय (Bi)       | —————→ | पोलोनियम (Po) |
|------------------|--------|---------------|
| परमाणु भार 213   |        | 213           |
| परमाणु संख्या 83 |        | 84            |

स्पष्ट है कि इस प्रक्रिया में समभारी (Isobars) की उत्पत्ति होती है।

जब 1 ऐल्फा कण तथा 2 बीटा कण उत्सर्जित होते हैं तो समस्थानिक परमाणु उत्पन्न होते हैं यानी भिन्न परमाणु भार और समान परमाणु संख्या वाले परमाणु उत्पन्न होते हैं।

हम जान चुके हैं कि रेडियोधर्मिता तत्वों से गामा किरण भी निकलती है, लेकिन इनका उत्पन्न रेडियोधर्मिता विघटन का हम द्वितीयक प्रभाव मान सकते हैं, जिस तरह कैथोड किरणों से एक्स-किरणें निकलती हैं, उसी तरह ये बीटा किरणों से उत्पन्न हो सकती हैं।

रेडियोधर्मिता के प्रभाव से एक तत्व दूसरे ऐसे तत्व में बदल जाता है

जो स्वयं में रेडियोधर्मी होता है और फिर यह तीसरे तत्व में परिवर्तित हो जाता है और यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है, जब तक कि स्थायी तत्व नहीं बन जाता। यह प्रक्रिया रेडियोधर्मी श्रृंखला (Radio active Series) कहलाती है। ऐसी चार श्रृंखलाएँ हमें मालूम हैं। यथा

| श्रेणी         | 4 M श्रेणी                  | 4M + 1 श्रेणी              | 4M + 2 श्रेणी              | 4M + 3 श्रेणी         |
|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| प्रमुख सदस्य   | थोरियम<br>(Th-232)          | नेप्टूनियम<br>(Np-237)     | यूरेनियम<br>(U-238)        | ऐक्टिनियम<br>(Ac-227) |
| अंतिम उत्पाद   | लेड<br>(Pb-204)             | बिस्मथ<br>(Bi-200)         | लेड<br>(Pb-206)            | लेड<br>(Pb-207)       |
| अर्द्ध जीवनकाल | $36 \times 10^{10}$<br>वर्ष | $2.25 \times 10^9$<br>वर्ष | $4.45 \times 10^9$<br>वर्ष | 13.5<br>वर्ष          |

### अर्द्धजीवन काल (Half Life)

किसी रेडियोधर्मी तत्व के विघटन का वेग ताप, दाब तथा रासायनिक अवस्था पर कदापि निर्भर नहीं करता। प्रत्येक तत्व के विघटन का वेग लक्षणिक होता है और बाह्य कारणों से अप्रभावित रहता है। प्रायः रेडियोधर्मी तत्वों के विघटन का वेग उनके अर्द्ध जीवन काल (Half Life Period) से प्रकट किया जाता है।

सैद्धांतिक रूप से रेडियोधर्मी तत्व की कोई भी मात्रा अनंत काल में विघटित होती है। अर्द्ध जीवन काल वास्तव में वह समय है जिसमें उसका आधा पदार्थ विघटित होता है। किसी रेडियोधर्मी पदार्थ की आरम्भिक मात्रा की आधी मात्रा के क्षय का समय ही उसका अर्द्ध जीवन काल कहलाता है। उदाहरण के तौर पर रेडियम का अर्द्ध जीवन काल 1600 वर्ष का है। इसका मतलब यह हुआ कि रेडियम की कोई भी मात्रा 1600 वर्षों की अवधि में आधी रह जायेगी।

किसी भी रेडियोधर्मी पदार्थ की क्रियाशीलता एक सेंकड में होने वाले परिवर्तनों की संख्या से मापी जाती है, जो समय के साथ कम होती जाती है और इसके कम होने की दर उस पदार्थ के अर्द्धजीवन काल पर निर्भर करती है। एक विशेष रेडियोधर्मी तत्व के लिए एक सेंकड की अवधि में विघटित होने वाले परमाणुओं की संख्या बचे हुए अविघटित परमाणुओं की संख्या के समा-नुपाती होती है।

## कृत्रिम रेडियोधर्मिता (Artificial or Induced Radio activity)

रेडियोधर्मिता की खोज मदाम क्यूरी ने की थी। इस काय को आगे बढ़ाया उनकी बेटी ने। आइरीन क्यूरी (Irene Curie) ने अपने पति फ्रेडरिक जोलियो (F Joliot) के साथ कुछ प्रेक्षण (1933) किए और पाया कि कुछ तत्वों पर ऐल्फा कणों की बौछार करने पर वे भी रेडियोधर्मी पदार्थों की भांति व्यवहार करने लगते हैं।

उन्होंने जब पोलोनियम से प्राप्त ऐल्फा कणों की बौछार ऐल्युमीनियम पर की तो न्यूट्रानों का उत्सर्जन हुआ और महत्वपूर्ण बात यह थी कि ऐल्फा कणों को हटा लेने के बाद भी उत्सर्जन होता रहा। वस्तुतः यह उत्सर्जन रेडियोधर्मी क्षय के समान था। इस लक्षण ने खोजियों को यह सोचने के लिए विवश किया कि कहीं ऐल्युमीनियम के परमाणु किसी दूसरे रेडियोधर्मी तत्व में तो नहीं परिवर्तित हो गए। वास्तव में ऐसा ही हुआ था।



आइरीन क्यूरी



फ्रेडरिक जोलियो

कृत्रिम रेडियोधर्मिता के खोजी दम्पति

ऐल्फा कणों के स्रोत को हटा लेने के बाद भी उससे विकिरण का उत्सर्जन होना प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वों के समान लक्षण था। इससे निम्न हुआ कि ऐल्फा कणों की बौछार से ऐल्युमीनियम प्राकृतिक रेडियोधर्मी पदार्थ की भांति व्यवहार करने लगा था यानी उसमें कृत्रिम या प्रेरित रेडियोधर्मिता (Artificial or Induced Radio-activity) उत्पन्न हो गई थी।

आयनन मापन और चुम्बकीय विकीर्ण सम्बन्धी परीक्षणों से उन्होंने ज्ञात किया कि उक्त प्रभाव से प्राप्त विकिरण वस्तुतः धनावेशित इलेक्ट्रॉन (पाजीट्रॉन) कण हैं, जो प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वों से उत्सर्जित बीटा कणों की भाँति व्यवहार करते हैं। गाइगर काउण्टर से नापने पर देखा गया कि समय के साथ तीव्र गति से उत्सर्जित होने वाले कणों की गति मंद पड़ती जाती है। यह भी लक्षण प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वों की भाँति था।

क्यूरी के उक्त प्रयोग में फास्फोरस का ऐसा समस्थानिक प्राप्त हुआ था जो प्राकृतिक रूप से नहीं मिलता। इसमें भी विकिरणों के उत्सर्जन की क्षमता विद्यमान थी। इसी नाते ऐल्फा कणों के स्रोत को हटा लेने पर भी ऐल्यूमीनियम से विकिरण जारी रहा। क्यूरी के इस प्रयोग से सिद्ध हो गया कि कृत्रिम साधनों से अ-रेडियोधर्मी तत्वों को रेडियोधर्मी बनाया जा सकता है। इस घटना को उन्होंने कृत्रिम रेडियोधर्मिता की सजा दी।

ऐल्यूमीनियम पर ऐल्फाकणों की बौछार से फास्फोरस का एक अस्थायी समस्थानिक (अर्ध जीवन काल 11 मिनट) उत्पन्न होता है और एक न्यूट्रॉन का उत्सर्जन होता है। उक्त समस्थानिक विघटित होकर पाजीट्रॉन का उत्सर्जन करता है और सिलिकन के एक अस्थायी समस्थानिक को जन्म देता है, तात्पर्य यह कि रेडियोधर्मिता की श्रृंखला चालू हो जाती है।

जोलियो-क्यूरी दम्पति की इस खोज के बाद कृत्रिम रेडियोधर्मिता के बारे में और वैज्ञानिकों ने अनुसंधान किए। प्रयोगों ने यह दर्शाया कि न केवल ऐल्फा कणों की बौछार से, अपितु प्रोट्रॉन, ड्यूटेरान, और न्यूट्रॉन की बौछार से भी कृत्रिम रेडियोधर्मिता उत्पन्न की जा सकती है। इतना ही नहीं, प्राप्त कृत्रिम रेडियोधर्मी तत्व पोजीट्रॉन ही नहीं, इलेक्ट्रॉनों का भी उत्सर्जन करते हैं।

न्यूट्रॉनों के प्रभाव से अधिकांश तत्वों में कृत्रिम रेडियोधर्मिता उत्पन्न की गई है। एनरिको फोर्मी ने मंद न्यूट्रॉनों के द्वारा स्थायी तत्वों को भी रेडियोधर्मी तत्वों में परिवर्तित कर दिखाया।

आज संभवतः प्रत्येक तत्व के रेडियो समस्थानिक उपलब्ध हैं। हमें लगभग 500 से अधिक कृत्रिम, रेडियो समस्थानिकों की जानकारी है जो उद्योग, चिकित्सा और अनुसंधान जगत में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

कृत्रिम रेडियो समस्थानिकों की खोज शीघ्र ही लोक हितकारी साबित हुई। इस खोज के लिए जोलियो क्यूरी दम्पति को 1935 में नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

## रांजन और एक्स-किरणे

जर्मन वैज्ञानिक विल्हेल्म कोनराड राजन ( Wilhelm Konrad Roentgen ) ने 1895 में एक्स किरणों का आविष्कार किया। कैथोड ट्यूब से कार्य करते समय उन्होंने देखा कि काले कपड़े में लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट पास लाने पर प्रभावित हो जाती है।

अपने अगले प्रेक्षण में राजन ने कैथोड नली को ही काले कपड़े से ढक दिया और इससे कुछ दूरी पर बेरियम प्लेटिनोसायनाइड का प्रतिदीप्ति शील रख कर देखा तो वह चमकने लगा। राजन ने कहा कि प्रतिदीप्ति का कारण कैथोड नली से निकलने वाली अज्ञात किरणें हैं।

राजन ने यह भी नोट किया कि जब कैथोड किरणें किसी सुदृढ़ आधार से टकराती हैं तभी ऐसी किरणें उत्पन्न होती हैं। ये किरणें अपने आप में बड़ी विलक्षण क्षमता युक्त थीं। ये ठोस पदार्थों के आर-पार हो जाती थीं। चूंकि इनको प्रकृति अज्ञात थी, अतः राजन ने इन्हें एक्स-किरणें (X-rays) नाम दिया।

आगे चल कर एक्स-किरणों की खोज बड़ी महत्वपूर्ण सिद्ध हुई। चिकित्सा, उद्योग और अनुसंधान के विभिन्न क्षेत्रों में इनका उपयोग किया जाने लगा। इस खोज कार्य के लिए राजन को वर्ष 1901 का पहला भौतिकी का नोबेल पुरस्कार दिया गया। आविष्कारक के सम्मान में इन्हें 'राजन किरणें' भी पुकारा जाता है।





एक्स किरणों के आविष्कारक विल्हेल्म कोनराड राजन  
(1845—1923)

## एक्स-किरणों का उत्पादन

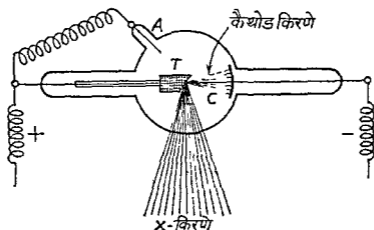
एक्स-किरणों के उत्पादन के लिए गैस युक्त एक्स-किरण नली प्रयुक्त की जाती है। वस्तुतः यह नली एक गोल बल्ब की भाँति होती है, जिसमें तीन नलियाँ लगी होती हैं। इन नलियों में इलेक्ट्रोड लगे होते हैं।

जब दोनों इलेक्ट्रोडों (एनोड और कैथोड) के बीच 10,000 वोल्ट का उच्च विभवान्तर उत्पन्न किया जाता है तो कैथोड से उत्सर्जित होकर कैथोड किरणें प्रति कैथोड या लक्ष्य (T) से टकराती हैं, तत्काल एक्स-किरणें उत्पन्न होने लगती हैं। नलिका के अंदर हल्के हरे प्रतिदीप्ति से इसका आभास हमें मिल जाता है।

उल्लेखनीय तथ्य यह है कि कैथोड किरणों का मात्र 0.2 प्रतिशत भाग ही एक्स किरणों में परिवर्तित हो पाता है, शेष ऊर्जा में परिणत हो जाता है, स्वाभाविक है कि लक्ष्य अत्यधिक तप्त हो उठता है अतः इसे प्लेटिनम, या मालिब्डेनम सरीखी उच्च द्रवणांक वाली धातुओं से बनाते हैं।

एक्स-किरणों की उत्पत्ति पहले गैस युक्त एक्स किरण नली (Gas Filled X-ray tube) से की जाती थी। इसमें कई दोष पाए गए। इस ट्यूब में एक्स-किरणों की उत्पत्ति कैथोड किरणों से होती है। ये इलेक्ट्रानों से बनी

होती है। उक्त ट्यूब में इलेक्ट्रान गैस के आयनीकरण से उत्पन्न होते हैं। अब स्वाभाविक है कि एक्स-किरणों की तीव्रता व प्रकृति इलेक्ट्रानों की संख्या और उनकी गतिज ऊर्जा पर निर्भर करती है। यदि नली के सिरो पर विभवान्तर बढ़ा दिया जाये तो इलेक्ट्रानों की संख्या और उनकी गतिज ऊर्जा दोनों में वृद्धि हो जाती है और उसी अनुरूप एक्स-किरणों की तीव्रता और भेदन क्षमता दोनों ही बढ़ जाते हैं। स्पष्ट है कि एक्स-किरणों की तीव्रता व प्रकृति का स्वतंत्र नियंत्रण नहीं किया जा सकता क्योंकि दोनों-तीव्रता और भेदन क्षमता-परस्पर सम्बद्ध है।



गैस युक्त एक्स किरण नली

गैस युक्त एक्स-किरण नली में एक और दाप यह था कि नली से लगा तार कार्य नहीं किया जा सकता। एक्स-किरणों के उत्पादन के समय नली की दीवारों से गैस का शोषण होने लगता है, परिणाम स्वरूप नलिका में गैस दाब कम हो जाता है। इससे आयनीकरण की मात्रा घट जाती है और इलेक्ट्रानों की संख्या घट जाती है। अब अधिक इलेक्ट्रानों के उत्सर्जन के लिए नली के सिरो पर अत्यधिक उच्च विभवान्तर की आवश्यकता पड़ती है। फल यह होता है कि नली कार्य करना बंद कर देती है।

इन दोनों कमियों को कूलिज (1913) द्वारा निर्मित कूलिज नली (Coolidge tube) ने दूर कर दिया। इसमें कैथोड किरणों तापीय प्रभाव (Thermionic effect) से उत्पन्न की जाती हैं। इसमें एल्यूमीनियम कैथोड की जगह टंगस्टन का फिलामेंट इस्तेमाल किया जाता है। इसके दोनों सिरो को बैटरी से सम्बद्ध कर दिया जाता है।

तंतु में धारा प्रवाहित करने से तप्त कैथोड से इलेक्ट्रानों की धारा निकल कर एनोड पर पड़ती है, जो बहुत ही उच्च विभव पर होता है। इलेक्ट्रान त्वरित करके एनोड पर डाले जाते हैं अतः उनकी गतिज ऊर्जा बहुत अधिक हो जाती है। एनोड टंगस्टन धातु की एक प्लेट का बना होता है। जब तीव्र वेग से इलेक्ट्रान एनोड के टंगस्टन परमाणुओं से टकराते हैं तो वे अपनी ऊर्जा इसके परमाणुओं के इलेक्ट्रानों को दे देते हैं। इस अतिरिक्त ऊर्जा के रूप में टंगस्टन परमाणुओं से एक्स किरणें उत्सर्जित होने लगती हैं।

आधुनिक कूनिज नली में इलेक्ट्रानों की सट्या नली में शेष गैस की मात्रा पर निर्भर नहीं करती, अपितु तंतु में प्रवाहित होने वाली धारा पर निर्भर करती है। तंतु में प्रवाहित हुई रहीं धारा का मान परिवर्तित करके उसके ताप में परिवर्तन किया जा सकता है। इससे उत्सर्जित इलेक्ट्रानों की सट्या परिवर्तित हो जाती है।

इतना ही नहीं, एक्स-किरणों की तीव्रता में परिवर्तन किए बिना ही उनकी प्रकृति परिवर्तित की जा सकती है क्योंकि इसमें इलेक्ट्रानों की गतिज ऊर्जा तंतु के ताप पर नहीं, अपितु कैथोड-एनोड के बीच विभवान्तर पर निर्भर करती है। अतः इलेक्ट्रानों की सट्या को समान रखते हुए विभवान्तर को परिवर्तित करके इलेक्ट्रानों की गतिज ऊर्जा और उनसे उत्पादित एक्स किरणों की प्रकृति या भेदन क्षमता परिवर्तित की जा सकती है।

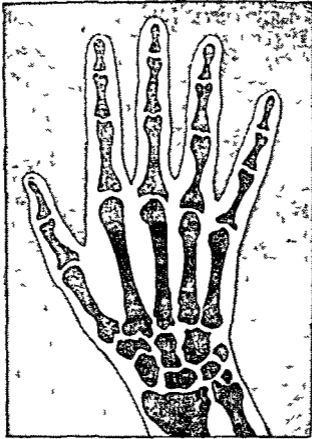
### एक्स किरणों के गुण

एक्स किरणें प्रकाश किरणों की भाँति विद्युत चुम्बकीय तरंगें (Electromagnetic waves) होती हैं। इनमें प्रकाश किरणों के प्रायः सभी गुण पाए जाते हैं।

ये किरणें दिखाई तो नहीं देती पर ये सरल रेखा में चलती हैं। इनका वेग प्रकाश के वेग के बराबर होता है। ये भी परावर्तन (Reflection), व्यतिकरण (Interference), विवर्तन (Diffraction) तथा ध्रुवण (Polarisation) की क्रियाएँ प्रदर्शित करते हैं।

प्रकाश तरंगों से ये तरंग लम्बायों के मामले में भिन्न होती हैं। वस्तुतः इनकी तरंग लम्बाई (Wave length) प्रकाश तरंगों की अपेक्षा कम होती है। प्रकाश किरणों की तरंग लम्बाई 3900 से 7800 Å होती है जबकि X-किरणों की तरंग लम्बाई 1 से 3 Å तक होती है।

ये विद्युत या चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित नहीं होती। जिस गैस में से ये गुजरती हैं, उसका आयनीकरण कर देती हैं।



हाथ का एक्स-रे चित्र

कम तरंग देर्घ्य होने के कारण ये बड़ी सक्रिय होती हैं। मिशान के तौर पर इन्हे जस्ते की प्लेट पर डाला जाय तो ये इलेक्ट्रान उत्पन्न कर सकती है। यह क्रिया 'प्रकाश विद्युत प्रभाव' (Photo-electric effect) कहलाती है।

पदार्थों में प्रवेश करने की इनकी शक्ति इनकी तरंग लम्बाई पर निर्भर करती है। अधिक तरंग लम्बाई वाली किरणें कम गहराई तक प्रवेश करती हैं। ये कोमल (Soft) X—किरणें कहलाती हैं। इनके विपरीत कम तरंग लम्बाई वाली किरणें पदार्थों में अधिक गहराई तक प्रवेश कर जाती हैं। इन्हे कठोर (Hard) X—किरणें कहते हैं।

एक्स किरणें प्रतिदीप्ति पदार्थों पर चमक उत्पन्न करती हैं तथा रासायनिक क्रिया करके फोटोप्लेट को प्रभावित कर देती हैं।

## उपयोग के क्षेत्र

दैनिक जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में X-किरणों महत्वपूर्ण उपयोग की साक्षित हुई हैं। उपयोग के प्रमुख क्षेत्र निम्न हैं।

\* एक्स-किरण चित्रण (Radiography)

\* एक्स-किरण चिकित्सा (Radio Therapy)

\* वैज्ञानिक अनुसंधान (Scientific Researches)

प्रकाश की भाँति एक्स किरणों फोटो फिल्म पर प्रतिबिम्ब बना सकती हैं। यदि हम एक्स किरणों के कम ऊर्जा स्रोत और फिल्म के बीच अपनी हथेली रख दें, तो हथेली की हड्डियों की फोटो फिल्म पर आ जायेगी। एक्स किरणों के इसी गुण का लाभ उठाया जाता है। शल्य क्रिया में आपरेशन से पूर्व एक्स-रे फोटोग्राफ लिया जाता है। इससे हड्डी के टूटने, गोली लगने, पथरी आदि बनने की स्थिति का ठीक-ठीक पता लग जाता है। हड्डी जुड़ गई है या नहीं, इसका भी पता एक्स रे फोटोग्राफ से लग जाता है।

भवनो अथवा पुलों में प्रयुक्त लोहे की सहतीरो (girders) के आन्तरिक दोषों (दरारों, वायु के बुलबुलों आदि) का पता लगाने में इन किरणों की मदद ली जाती है।

बक्सों, कपड़ों अथवा शारीरिक अंगों में छुपाकर ले जा रही महगी धातुओं का पता भी वस्तु अधिकारी इन किरणों की मदद से लगाते हैं। विस्फोटक पदार्थों और नशीले द्रव्यों की भी पकड़ इनसे आसानी से हो जाती है।

एक्स किरणों की वस्तुओं में भेदन क्षमता का उपयोग कर असली और नकली हीरों की पहचान की जाती है। सीप (oyster) में मोती पडा है या नहीं, इसकी भी जानकारी इन किरणों से मिल जाती है।

पुरानी पेंटिंग में हो रहे परिवर्तनों का भी पता इनसे लगा लिया जाता है।

अधिक ऊर्जा की एक्स किरणों कैंसर जैसे घातक रोगों के उपचार में प्रयुक्त की जाती हैं, क्योंकि ये आयनन करने वाले विकिरण हैं। इनका मानव शरीर पर दीर्घ अनावरण (Long exposure) घातक हो सकता है।

वैज्ञानिक अनुसंधान में भी ये किरणें अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। क्रिस्टलों के संगठन, पदार्थ में अणुओं, परमाणुओं की व्यवस्था के अध्ययन, तथा डी० ए० ए० जैसे जटिल अणु और साइट्रोब्रोम-सी के विशाल अणुओं के अध्ययन में इनकी सहायता ली जाती है।

परमात्मा  
के

नाए  
क्षितिज

ॐ नमो भगवते वासुदेवाय

ॐ नमो भगवते वासुदेवाय

## जब टूटता है परमाणुओं का पाश

भारत ही क्या, दुनिया के तमाम हिस्सों में अति प्राचीन काल से समाज में सोने के प्रति अत्यधिक मोह था। दूसरी धातुओं से सोना बनाने के नाम पर कुछ चालाक लोग अपनी कला से चमत्कृत कर लोगों को बरगलाते रहे। 'पारस पत्थर' और 'अमृत' की खोज ही आधुनिक रसायन के आधार बने। पारे से सोना बनाने की कल्पना अत्यंत रूमाती थी। समाज के धनिक लोग सोना प्राप्त करने के लिए कुछ भी कर सकते थे। जरा सोचिए, मोने के प्रति लोगों के मन में कितना जर्बंदस्त आकर्षण था कि वे यच्चों की जल तक इसके बदले चढा सकते थे।

अलबेरूनी ने एक स्थल (साचो कृत अलबेरूनीज इण्डिया) पर लिखा है—'सोना बनाने के लिए मूख राजाओं की कोई सीमा नहीं। यदि उनमें से किसी एक को सोना बनाने की इच्छा हो, और लोग उसे यह परामश दें कि इसके लिए कुछ छोट-छोटे सुन्दर बालकों का वध करना आवश्यक है तो वह राक्षस यह पाप भी करने से रुकेगा नहीं, वह उन्हें जलती आग में फेंक देगा। क्या ही अच्छा हो, यदि इस बहुमूल्य रसायन विद्या को पृथ्वी की सबसे अंतिम सीमाओं से निर्वासित कर दिया जाय, जहाँ कि कोई इसे प्राप्त न कर सके।'

लेकिन न पारस मिला और न अमृत। सोना बनाने की कला में पारगत लोग कीमियागर (अलकैमिस्ट) कहलाते थे और यह विद्या



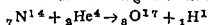
कीमिया यानी अल्केमी। यद्यपि कीमियागर अन्य धातुओं से सोना बनाने के समय गलत दिशा में प्रयास कर रहे थे, तथापि तरह-तरह के धातु प्रयोगों और धातु मिश्रणों से 'आधुनिक रसायन' की रूपरेखा तैयार होती गई और नई नई धातुओं से उनका परिचय होता गया। लेकिन वे स्वयं धोखे में रहे और स्वर्ण लोभ से पीड़ित लोगों को भी अरसे तक धोखे में रखा।

आधुनिक रसायन प्रयोग वादी था। जो सिद्धांत प्रयोग की कसौटी पर खरे उतरते, उन्हें ही मान्यता मिलती। फलतः कीमिया धुंधली पड़ती गई और अब तो सोना बनाने की रोमांचक विद्या मात्र इतिहास के पन्नों में सिमट कर रह गयी है।

वास्तव में 'पारस पत्थर' की कल्पना आंशिक रूप में इस 'नाभिकीय युग' (Nuclear Age) में जाकर कहीं सफल हुई जब पब्लियात भौतिक विज्ञानी लाइ अर्नेस्ट रदरफर्ड (1917) ने एक तत्व (नाइट्रोजन) को दूसरे तत्व (आक्सीजन) में परिवर्तित कर दिखाया। तत्वांतरण (Transmutation) के रूप में रदरफर्ड ने कीमियागरो के 'पारस' की कल्पना को साकार कर दिया था।

यद्यपि प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वों में यह क्रिया स्वतः होती रहती है, जिसे हम 'तत्वांतरण' या 'विघटन' कहते हैं, पर कृत्रिम साधनों से तत्वांतरण की यह पहली घटना थी, जब रदरफर्ड ने नाइट्रोजन को आक्सीजन परमाणुओं में परिवर्तित कर दिखाया था।

रदरफर्ड ने अपने प्रयोग में रेडियोधर्मी पदार्थ से उत्सर्जित होने वाले ऐल्फा कणों को नाइट्रोजन भरे सिलिंडर में से प्रवाहित किया। नाइट्रोजन के नाभिकों से प्रोटॉन कण बाहर निकल गए और परिणाम यह रहा कि सिलिंडर में जो नाभिक बचे वे आक्सीजन परमाणुओं के नाभिक थे।



इस प्रक्रिया में प्राप्त परमाणु आक्सीजन का एक समस्थानिक था जिसका परमाणु भार 17 था। इस तरह पहली बार कृत्रिम तत्वांतरण या नाभिकीय विघटन की क्रिया रदरफर्ड ने सफलता पूर्वक सम्पन्न की।

यद्यपि यह एक अत्यंत दुर्लभ और जटिल क्रिया थी, 3,00,000 ऐल्फा कणों में से कोई एक कण नाभिकों से टकराता था, फिर भी रदरफर्ड सौभाग्य से इस दिशा में सफल हुए और नाभिकीय भौतिकी (Nuclear Physics) के युग का शुभारंभ हो पाया।

इस सफलता के बाद रदरफर्ड ने चैंडविक के साथ (1921-24) इस तरह के कई प्रयोग किए और यह प्रदर्शित कर दिया कि और भी कई हल्के तत्वों-धोरान से लेकर पोटेशियम तक—में ऐल्फा कणों की बौछार से तत्वांतरण

की क्रिया करायी जा सकती है (अपवाद स्वरूप कार्बन और आक्सीजन को छोड़कर), जिसमें एक तत्व दूसरे में बदल जाता है और प्रोटानो का उत्सर्जन होता है।

इन प्रारम्भिक सफल प्रयोगों के बाद कई अन्य वैज्ञानिकों ने ऐसी प्रक्रियाएँ सम्पन्न कीं। देखा गया कि भारी परमाणुओं का विघटन ऐल्फाकणों द्वारा नहीं किया जा सका क्योंकि धन आवेश के कारण धनावेशित नाभिक ने उन्हें वापस कर दिया।

हम जानते हैं कि परमाणु का सारा द्रव्यमान या ऊर्जा नाभिक में ही केन्द्रीभूत रहती है अतः उसको तोड़ने के लिए आवश्यक प्रक्षेप्य (Projectile) की ऊर्जा अत्यधिक होनी चाहिए। जब मूल कणों (जो प्रक्षेप्य के रूप में इस्तेमाल किये जाते हैं) को त्वरित करने वाले साधनों का विकास हो गया तो कृत्रिम विघटन की प्रक्रिया सरल हो गई तो परमाणुओं का पाश तोड़ने में 'मनु पुत्रों' ने वर्तमान शती में समक्षता अर्जित की। और इस तरह पूरी हुई शक्तियों से चली आ रही हमारी 'पारस पत्थर' की खोज यात्रा।

आजकल प्रक्षेप्य के रूप में ऐल्फा कण ही नहीं, न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, ड्यूटेरॉन और इलेक्ट्रॉन इस्तेमाल किए जाते हैं। वैसे कई प्राकृतिक प्रक्षेप्य भी मौजूद हैं यथा कस्मिक किरणें, ऐल्फा कण और गामा किरणें। इनके अतिरिक्त अन्य सभी कृत्रिम प्रक्षेप्य हैं जो या तो स्वयं कृत्रिम तत्वांतरण में उत्पन्न होते हैं अथवा कृत्रिम साधनों से उत्पन्न किए जाते हैं। प्राकृतिक प्रक्षेप्यों की सबसे बड़ी खामी यह है कि ये हमारी नियंत्रण क्षमता के बाहर हैं।

न्यूट्रॉन कृत्रिम प्रक्षेप्यों के सर्वोत्तम उदाहरण सिद्ध हुए हैं। चूंकि न्यूट्रॉन आवेश रहित कण हैं, अतः त्वरकों (Accelerators) द्वारा उन्हें अन्य आवेशित कणों की तरह त्वरित (गति बढ़ाना) नहीं किया जा सकता।

एक खास बात यह है कि ये अधिक प्रभावी तब होते हैं जब इनकी गति धीमी होती है। लेकिन कृत्रिम त्वरण का अप्रत्यक्ष लाभ न्यूट्रॉनों को अवश्य मिलता है। उदाहरण के लिए जब ड्यूटेरॉन को कृत्रिम त्वरण द्वारा उच्च वेग प्रदान किया जाता है और लीथियम पर उनकी बमबारी जाती है तब वे अत्यधिक तीव्र वेग वाले न्यूट्रॉनों का भरपूर उत्सर्जन करते हैं जो फिर अन्य तत्वों की विघटन प्रक्रियाओं में उपयोग में लाए जाते हैं।

धीमी गति वाले न्यूट्रॉनों का प्रयोग नाभिकीय विखंडन (Fission) में तथा तीव्र गति वाले न्यूट्रॉनों का प्रयोग नाभिकीय विघटन (Disintegration) में किया जाता है। चूंकि न्यूट्रॉन आवेशहीन और उच्च ऊर्जायुक्त कण हैं, अतः

बिना विक्षेपित हुए ही ये धनावेशित नाभिको में आसानी से प्रवेश कर जाते हैं और तोड़ देते हैं परमाणुओं के नाभिको का पाश। कदाचित् यही कारण है कि ऐल्फा कणों अथवा प्रोटानों की अपेक्षा नाभिकीय विघटन में न्यूट्रॉन सबसे उपयुक्त पाए गए हैं।

**त्वरक मशीनें**

विघटन प्रक्रियाओं में इस्तेमाल किए जाने वाले प्रक्षेप्यो को उच्च ऊर्जा स्तर तक त्वरित करने के लिए कुछ उपकरण बनाए गए हैं जिनके कारण विघटन प्रक्रियाओं में हमें अभूतपूर्व सफलता मिली है। ऐसे कुछ उपकरणों की सक्षिप्त चर्चा हम करेंगे।

**साइक्लोट्रॉन (Cyclotron)**

बर्कले इन्स्टिट्यूट, कैलीफोर्निया के प्रो० लारेंस (E O Lawrence) द्वारा 1932 में आविष्कृत साइक्लोट्रॉन के द्वारा प्रोटॉन, ड्यूटेरॉन और ऐल्फा कणों को उच्च ऊर्जाओं तक त्वरित किया जाता है।

पहले साइक्लोट्रॉन की क्षमता प्रोटॉन कणों को 12 MeV तक त्वरित करने की थी। लारेंस और उनके सहयोगियों ने 1934-36 के दौरान दूसरा साइक्लोट्रॉन बनाया जिसकी मदद से ड्यूटेरानो को 8 MeV की ऊर्जा तक तथा ऐल्फा कणों को 16 MeV की ऊर्जा स्तर तक त्वरित किया जा सकता है। दुनियाँ भर की प्रयोगशालाओं में निमित्त अधिकांश साइक्लोट्रॉन इसी मॉडल पर आधारित हैं। ऐसी कई मशीनें अमेरिका में हैं। तीन मशीनें इंग्लैंड में हैं तथा कलकत्ता (भारत) समेत पेरिस, कोपेनहेगन, स्टॉकहोम, लेनिनग्राद और टोक्यो जैसे शहरों में भी एक-एक साइक्लोट्रॉन है। भारत में डॉ० मेघनाद साहा ने साइक्लोट्रॉन बनाया था, जो कलकत्ते में स्थापित है।

लारेंस और उनके साथियों ने 1937 में एक और बड़ा साइक्लोट्रॉन बनाया जो प्रोटॉनो को 8MeV, ड्यूटेरानो को 16 MeV और ऐल्फा कणों को 38 MeV तक की ऊर्जाओं तक त्वरित करने में सक्षम है। प्रयोग में लाए जा रहे सभी ऐसी मशीना में यह बड़ा है।

**और शक्तिशाली मशीनें**

इधर हाल के वर्षों में और भी शक्तिशाली मशीनें ईजाद हुई हैं जो साइक्लोट्रॉन की अपेक्षा कहीं अधिक सक्षम हैं। ये प्रक्षेप्यो का इस स्तर तक त्वरित कर देती हैं कि इनके द्वारा उत्पादित प्रक्षेप्यो की तुलना हम ग्रहाडीय किरणों से कर सकते हैं।

## सिनक्रो साइक्लोट्रॉन (Synchro Cyclotron)

कई साइक्लोट्रानो के निर्माण के उपरान्त लारेंस ने 1946 में एक और शक्तिशाली मशीन बनायी। सिनक्रो साइक्लोट्रान की मदद से ड्यूटेरानो को 200 MeV, ऐल्फा कणो को 400 MeV तथा प्रोटोनो को 350 MeV तक की ऊर्जाओ तक त्वरित किया जा सकता है। ऐसी कई मशीनें अमेरिका में कार्यरत हैं। मेसानो के उत्पादन के लिए ये मशीनें प्रयुक्त की जा चुकी है।

## बीटाट्रॉन (Betatron)

सबसे पहले डॉ० वान्टन (Walton, 1922) ने इसका सिद्धांत सुझाया था। डॉ० केस्ट (D W Kerst) ने 1941 में पहला बीटाट्रॉन बनाया। चूंकि चुम्बकीय क्षेत्र के परिवर्तन से उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र के सम्प्रयोग से इसके द्वारा इलेक्ट्रानो को त्वरित किया जाता है अतः इसे प्रेरण त्वरक (Induction accelerator) भी कहते हैं।

अधिकांश बीटाट्रान इलेक्ट्रानो को 2 MeV से लेकर 100 MeV तक की ऊर्जा तक त्वरित कर सकते हैं। अमेरिका की जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी ने 130 टन वजनो जिस बीटाट्रॉन का निर्माण 1945 में किया था, वह इलेक्ट्रानो को 100 MeV तक त्वरित कर सकता है। बीटाट्रानो के जरिए त्वरित कणो की अधिकतम ऊर्जा क्षमता 500 MeV तक है।

बीटाट्रॉन के जरिए प्राप्त 100 MeV क्षमता के इलेक्ट्रानो की बमबारी से मेसानो की उत्पत्ति सम्भव हुई है तथा तत्वांतरण में भी अद्भुत सफलताएँ मिली हैं। इसकी मदद से ताँबे (Cu) को निकल (Ni) में तथा चादी (Ag) को कैडमियम (Cd) और पैलेडियम (Pd) में परिवर्तित करना सम्भव हो सका है।

## बीवाट्रॉन (Bevatron)

बीवाट्रॉन या 'प्रोटान-मिनक्रोट्रॉन' की मदद से प्रोटानो को त्वरित किया जाता है। सैद्धांतिक रूप से यह बीटाट्रान से काफी मेल खाता है। बीवाट्रान सर्वाधिक शक्ति सम्पन्न मशीन है। सबसे पहले मैकमिलन (1945) ने ऐसी मशीन की युक्ति सुझायी थी। बरमिंघम विश्वविद्यालय में 1300 MeV क्षमता वाले बीवाट्रान का निर्माण किया गया है। 6,000 MeV क्षमता सम्पन्न बीवाट्रान कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय में निर्माणाधीन है। उम्मीद की जाती है कि ऐसी मशीन के बन जाने पर प्रयोगशाला की चार दिवारी में प्रोटानो और न्यूट्रानो की उत्पत्ति सम्भव होगी। इतना ही नहीं, कदाचित्त तब मेसान कण, जो केवल ब्रह्मांड विकिरणो में ही मिलते हैं, भी उत्पादित किए जा सकें।



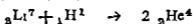
एमरिको फर्मी (1901-1954) जिनके निर्देशन में 1942 में शिवागा विश्वविद्यालय में सस्यार की पहली परमाणु भट्टी बनायी गई

**जब टूटता है परमाणुओं का पाश**

हम जान चुके हैं कि रदरफड ने ऐल्फा कणों की बौछार से नाइट्रोजन को आक्सीजन के नाभिकों में परिवर्तित कर दिया था। तत्वांतरण की इस सफलता से वस्तुतः परमाणुओं का पाश तोड़ने की कुजी हमारे हाथ लगी।

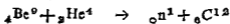
फिर अन्य खोजियों ने अन्य मूल कणों की मदद से विघटन प्रक्रियाएँ सम्पन्न की।

क्रोकक्राफ्ट तथा वाल्टन ने लीथियम पर तीव्र वेग वाले प्रोटानों का प्रयोग कर कृत्रिम विघटन किया।



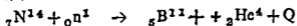
लारेंस और लिविग्टन ने इन कणों का वेग साइक्लोट्रॉन के जरिए और बढ़ाया तथा कई तत्वों का कृत्रिम विघटन किया।

ड्यूटेरॉन भी इस्तेमाल किए गए पर इस प्रक्रिया में न्यूट्रॉन का कोई मुकाबला नहीं। ऐल्फाकणों द्वारा बेरीलियम पर बौछार करके न्यूट्रॉनों की खोज चैडविक (1932) ने की थी।



उदासीन होने के कारण, अन्य प्रक्षेप्यों की तुलना में, धनात्मक नाभिक को अदर तक भेद सक्ने में ये अधिक सक्षम हैं। मद गति वाले न्यूट्रॉनों की परमाणु नाभिकों की भेदन क्षमता का तो कोई जवाब नहीं।

सर्वप्रथम फेदर (Feather, 1933) ने न्यूट्रॉन के द्वारा नाइट्रोजन को तत्वांतरित किया।



फिर लिज माइलर, फिलिप, हार्किन्स, वोनर, ब्रूवेकर ने न्यूट्रानो की मदद से कई तत्वो मे सफल विघटन प्रक्रिया सम्पन्न की। न्यूट्रानो की बदौलत प्राय सभी तत्वो मे तत्वातरण समभव है। कुछ तत्वो के लिए तेज गति वाले न्यूट्रानो की जरूरत होती है तो कुछ मामलो मे मद गति वाले न्यूट्रानो से विघटन क्रिया हो जाती है। अधिकाश स्थितियो मे रेडियोधर्मी तत्व बनते है।

फर्मी ने न्यूट्रानो की बौछार से स्थायी तत्वो को भी रेडियोधर्मी तत्वो मे बदल दिया। फर्मी ने ही यह भी लक्ष्य किया कि हाइड्रोजनीय पदार्थों (यथा पानी या पैराफिन) से गुजार कर यदि न्यूट्रानो की गति मद कर दी जाय तो सम्पन्न हो रही विघटन प्रक्रिया की सक्षमता काफी बढ जाती है।

विघटन प्रक्रिया मे बहुत अधिक मात्रा मे ऊर्जा का भी उत्सर्जन होता है जो कई तरह से प्रयोग की जा सकती है। वस्तुत परमाणुओ के विघटन से उत्सर्जित ऊर्जा ही आगे चलकर परमाणु विद्युत और परमाणु बम का आधार बनी।

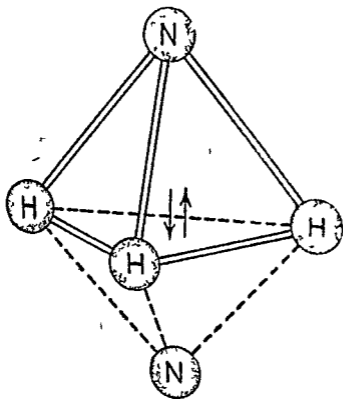
## परमाणु मापते हैं काल

समय के साथ-साथ घड़ियों के प्रारूप बदलते गए। समय को अत्यंत शुद्धता के साथ बताने वाली घड़ियाँ आविष्कृत हुई। समय का पहिया घूमता रहा और मानव धूप-घड़ियों के युग से आज परमाणु घड़ियों के युग में प्रवेश कर चुका है। जी हाँ, घड़ियों की दुनिया में सबसे नया नाम है परमाणु घड़ी (एटॉमिक क्लॉक) यानी ऐसी घड़ी जो विश्व की सभी घड़ियों से अधिक सही समय देती है और यह सही समय इस सीमा तक सही होता है कि यह घड़ी छ हजार वर्षों में एक सैकण्ड आगे-पीछे हो सकती है। परमाणु घड़ी वस्तुतः विद्युत् घड़ी है जो परमाणुओं के आंतरिक कम्पनों से नियंत्रित होती है।

पहली परमाणु घड़ी 1949 ई० में बनाई गई थी जिसमें अमोनिया अणु प्रयोग किया था। इसे संयुक्त राज्य अमेरिका के ब्यूरो ऑफ स्टैंडर्ड्स ने बनाया था। परमाणु-घड़ी के आविष्कारक अमेरिकी वैज्ञानिक डॉ० हैलाड थे।

अमोनिया अणु द्वारा निर्मित परमाणु घड़ी को समझने के लिए अमोनिया की संरचना समझनी होगी। अमोनिया अणु की संरचना पिरामिड जैसी होती है जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन का एक परमाणु और हाइड्रोजन के तीन परमाणु स्थित होते हैं। उच्च आवृत्ति की रेडियो तरंगों द्वारा अमोनिया गैस को उत्तेजित करने पर उसके नाइट्रोजन परमाणु तेजी से इधर-उधर कम्पन करने लगते हैं।

कम्पनों से उत्पन्न ऊर्जा को विद्युत् घड़ी में पहुँचा कर उसमें समय देखा जाता है। अमोनिया अणु द्वारा नियंत्रित परमाणु घड़ी में सैकड़ों वर्षों में सैकण्ड का फर्क उत्पन्न हो सकता है। आधुनिक परमाणु घड़ियों में सीज़ियम के परमाणु एक सैकण्ड में 9,19,26,31,770 बार कम्पन करने हैं। कम्पन गति में कोई अंतर नहीं पड़ता अतः सीज़ियम परमाणु-घड़ियाँ इतना परिशुद्ध समय बताती हैं।



पिरामिड सरीखी अमोनिया अणु की संरचना जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन (N) का एक परमाणु और आधार के कोनों पर हाइड्रोजन (H) के तीन परमाणु सम्पित होते हैं, कम्पन की स्थिति तीरा द्वारा प्रदर्शित है। प्रारंभ में अमोनिया अणु द्वारा संचालित परमाणु घड़ी बनाई गई

परमाणु घड़ियों की परिशुद्धता को देखकर वैज्ञानिकों ने सैकण्ड की परिभाषा बदल दी है। एक 'सौर माध्य दिन' में 86,400 सैकण्ड होते हैं अर्थात् सैकण्ड, सौर माध्य दिन का 86,400वा हिस्सा है। पर अब नई परिभाषा के



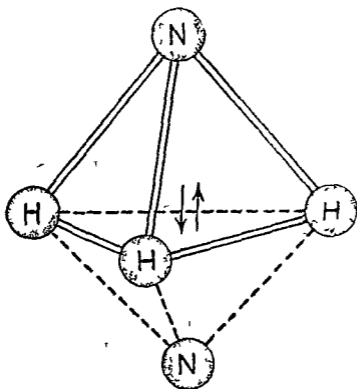
## परमाणु सापते हैं काल

समय के साथ-साथ घड़ियों के प्रारूप बदलते गए। समय को अत्यंत शुद्धता के साथ बताने वाली घड़ियाँ आविष्कृत हुईं। समय का पहिया घूमता रहा और मानव धूप-घड़ियों के युग से आज परमाणु घड़ियों के युग में प्रवेश कर चुका है। जी हाँ, घड़ियों की दुनिया में सबसे नया नाम है परमाणु घड़ी (एटॉमिक क्लॉक) यानी ऐसी घड़ी जो विश्व की सभी घड़ियों से अधिक सही समय देती है और यह सही समय इस सीमा तक सही होता है कि यह घड़ी छ हजार वर्षों में एक सैकण्ड आगे-पीछे हो सकती है। परमाणु घड़ी वस्तुतः विद्युत् घड़ी है जो परमाणुओं के आंतरिक कम्पनों से नियंत्रित होती है।

पहली परमाणु घड़ी 1949 ई० में बनाई गई थी जिसमें अमोनिया अणु प्रयोग किया था। इसे संयुक्त राज्य अमेरिका के व्यूरो ऑफ स्टैंडर्ड्स में बनाया था। परमाणु-घड़ी के आविष्कारक अमेरिकी वैज्ञानिक डॉ० हैलाड थे।

अमोनिया अणु द्वारा निर्मित परमाणु घड़ी को समझने के लिए अमोनिया की संरचना समझनी होगी। अमोनिया अणु की संरचना पिरामिड जैसी होती है जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन का एक परमाणु और हाइड्रोजन के तीन परमाणु स्थित होते हैं। उच्च आवृत्ति की रेडियो तरंगों द्वारा अमोनिया गैस को उत्तेजित करने पर उसके नाइट्रोजन परमाणु तेजी से इधर-उधर कम्पन करने लगते हैं।

कम्पनों से उत्पन्न ऊर्जा को विद्युत् घडी में पहुँचा कर उसमें समय देखा जाता है। अमोनिया अणु द्वारा नियन्त्रित परमाणु घडी में सैकड़ों वर्षों में सैकेण्ड का फक उत्पन्न हो सकता है। आधुनिक परमाणु घड़ियों में सीजियम के परमाणु एक सैकेण्ड में 9,19,26,31,770 बार कम्पन करने हैं। कम्पन गति में कोई अंतर नहीं पड़ता अतः सीजियम परमाणु-घड़ियाँ इतना परिशुद्ध समय बताती हैं।



पिरामिड सरीखी अमोनिया अणु की संरचना जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन (N) का एक परमाणु और आधार के कोनों पर हाइड्रोजन (H) के तीन परमाणु कम्पित होते हैं, कम्पन की स्थिति तीरो द्वारा प्रदर्शित है। प्रारंभ में अमोनिया अणु द्वारा संचालित परमाणु घडी बनाई गई

परमाणु घड़ियों की परिशुद्धता को देखकर वैज्ञानिकों ने सैकेण्ड की परिभाषा बदल दी है। एक 'सौर माध्य दिन' में 86,400 सैकेण्ड होते हैं अर्थात् सैकेण्ड, सौर माध्य दिन का 86,400वा हिस्सा है। पर अब नई परिभाषा के

अनुसार एकण्ड दिन का 86,400वां हिस्सा रही, वरिष्ठ यह समय है जिसमें सीज़ियम का परमाणु 9,19,26,31,770 बार कपन करता है। संकण्ड को अब 'परमाण्वीय मिनट' नाम से सम्बोधित किया जाता है और इस 'समय प्रणाली' को 'परमाण्वीय समय' कहा जाता है।

उल्लेखनीय है कि परमाणु घड़ियाँ आयु अथवा वायु महल से षटई नहीं प्रभावित होती।

सम्यता के ऊपा काल से लेकर आज तक हमने जितनी घड़ियाँ आविष्कृत की हैं, वे सभी (यानी जल घड़ी, रेत घड़ी, यांत्रिक घड़ी, और यहाँ तक परमाणु घड़ी आदि) घड़िया वतमान का ही आकलन कर सकती हैं। हम अपने अतीत में क्षाब्धना चाहे तो इनसे वदनापि ऐसा कुछ भी समव नहीं है। ऐतिहासिक काल-निर्धारण में इन घड़ियों की कोई उपयोगिता नहीं है। खुदाई में मिले जीवों के अवशेषों से हम-आप उस युग की तमाम बातों को जान सकते हैं, उस काल की संस्कृतियों पर भी वे अवशेष प्रकाश डालते हैं पर उनके सही-सही काल का अनुमान नहीं किया जा सकता। मात्र अटकलबाजी लगाई जा सकती है। सौभाग्य से हमारे हाथ ऐसी घड़ी लग गई है जिससे समूची जैव विकास की शृंखला जोड़ी जा सकती है। शुक्र है-प्रो० लिबी का जिन्होंने काल-निर्धारण की 'रेडियो-कार्बन पद्धति' की खोज की। इस विधि को रेडियो-कार्बन डेटिंग (रेडियो-कार्बन काल-मापन) कहते हैं। भू-विज्ञान, मौसम विज्ञान, समुद्र-विज्ञान (ओसनोग्राफी), पुरातत्व (आर्कियोलॉजी) आदि अनेक शाखाओं में काल-मापन में इस विधि से लाभ उठाया जा रहा है। रेडिया कार्बन द्वारा काल निर्धारण की पद्धति (Radio Carbon Dating) के विकास के लिए प्रो० लिबी को 1960 ई० में नोबेल पुरस्कार भी प्रदान किया गया।

### रेडियो कार्बन घड़ी का सिद्धान्त

अब आइए, देखें, रेडिया कार्बन घड़ी काय कैसे करती है? वैज्ञानिकों का मत है कि सुदूर अंतरिक्ष से अंतरिक्ष किरणें (कास्मिक रेज) हमारे धरती के वायुमण्डल में प्रवेश करती रहती हैं। ये अंतरिक्ष किरणें वायुमण्डल की गैसों से टकराती हैं। गैसों के परमाणुओं की टकराहट से न्यूट्रॉन कण उत्पन्न होते हैं। ये तीव्रगामी न्यूट्रॉन नाइट्रोजन के परमाणुओं को रेडियोधर्मी कार्बन में परिवर्तित कर देते हैं। रेडियो धर्मी कार्बन वह कार्बन है जिसका परमाणु भार 14 होता है। सामान्य कार्बन का परमाणु भार 12 होता है। अतः अंतरिक्ष किरणों और नाइट्रोजन की अभिक्रियाओं के फलस्वरूप निर्मित कार्बन को 'कार्बन-14' (C-14) से सम्बोधित करते हैं। यह कार्बन कणों के समस्थानिक

(आइसोटोप) कहलाते हैं। इनमें रेडियो घर्मिता (रेडियो एक्टिविटी) का गुण आ जाता है अर्थात् इनके विघटन (क्षय) से किरणें निकलती हैं और इसी गुण का उपयोग कर काल-निर्धारण किया जाता है। प्रकृति के अन्य मूल तत्त्वों—यूरेनियम, रेडियम आदि में भी क्षय वाला गुण पाया जाता है यानी वे भी रेडियो-घर्मी होते हैं।

ये रेडियो कार्बन वायु की आक्सीजन से क्रिया करके कार्बनडाइआक्साइड गैस बनाती हैं। रेडियो कार्बन के प्रभाव से वायुमण्डल की सारी कार्बन डाइआक्साइड रेडियो सक्रिय हो जाती है। पौधे अपना भोजन बनाने के लिए ग्रहण की गई कार्बन डाइआक्साइड के माध्यम से रेडियो कार्बन प्राप्त करते रहते हैं।

पौधों से यह जन्तुओं के शरीर में प्रवेश करता है। चूँकि पशु अपना कार्बन अथवा पौधों से ही प्राप्त करते हैं, अतः पौधों के ऊतकों में पहले से मौजूद रेडियो कार्बन जन्तुओं को मिल जाता है।

अनुसंधान बताते हैं कि वायुमण्डल में रेडियो कार्बन की मात्रा में कोई विशेष घट-बढ़ नहीं होती क्योंकि इनके विघटन (क्षय) और जीवों के शरीर में इनके ग्रहण की दर में लगभग साम्य रहता है। इसको यों समझा जा सकता है। पौधे जीवित अवस्था में ग्रहण की गई रेडियो कार्बन का जितना क्षय करते हैं, उतना वे वायुमण्डल से प्राप्त कर लेते हैं अर्थात् जीवधारियों के जीवन-काल में उनके शरीर में उपस्थित कार्बन की मात्रा में कोई अन्तर नहीं पड़ता, पर मृत्यु के पश्चात् रेडियो कार्बन के ग्रहण करने की प्रक्रिया तो रुक जाती है। मात्र उसका विघटन ही जारी रहता है। समय के साथ विकिरण (क्षय) की मात्रा में कमी पड़ने लगती है। ताजा 'कार्बन-14' के साथ इस दुबल पड गए 'कार्बन-14' की तुलना करके पौधों या जन्तु अवशेषों का काल निर्धारित किया जा सकता है।

विकिरण की शक्ति गाइगर काउण्टर से मापी जाती है। चूँकि रेडियो सक्रिय तत्वों का अर्ध जीवन काल (हाफ लाइफ) ज्ञात है, अतः इस ज्ञान का उपयोग कर अवशेष की आयु ज्ञात हो जाती है। ज्ञातव्य है कि रेडियो कार्बन की अर्ध आयु लगभग 5598 (5568 + 30) वर्ष है। इसका मतलब यह हुआ कि रेडियो कार्बन के एक परमाणु का आधा भाग लगभग 5598 वर्ष में नष्ट हो जाता है। इस प्रकार रेडियो कार्बन की आधी मात्रा 5598 वर्ष की प्रत्येक उत्तरोत्तर अवधि की समाप्ति पर नष्ट होती रहती है। अगले 5598 वर्षों में इसकी चौथाई मात्रा नष्ट होगी और फिर 5598 वर्षों में उमका एक आठवा भाग नष्ट होगा और इसी क्रम में यह प्रक्रिया चलती रहेगी। गणना की जाय

तो पता चलता है कि किसी जीव की मृत्यु के लगभग 33000 वर्षों बाद रेडियो कार्बन की मूल मात्रा का 1/64 भाग उरुमें शेष रह जाता है। जो वस्तु जितनी पुरानी होगी उरुमें क्षय उतनी ही कम होगी। यदि पौधे अपने मूल रूप में भी रहे, अर्थात् उससे उपयोगी वस्तुओं का निर्माण कर लिया गया हो तो भी उन वस्तुओं में विद्यमान रेडियो कार्बन की रेडियो सक्रियता की ताजे रेडियो कार्बन से तुलना करके उस वस्तु का काल निर्धारण किया जा सकता है।

जीवों के विनाशकारी मृत्यु के साथ 'रेडियो कार्बन घड़ी' चालू हो जाती है क्योंकि रेडियो कार्बन का वायुमण्डल से ग्रहण रक जाता है। उसका क्षय होना प्रारम्भ हो जाता है और रेडियो कार्बन के क्षय के साथ 'रेडियो कार्बन घड़ी' सक्रिय हो उठती है।

### व्यावहारिक उपयोग

रेडियो कार्बन घड़ी मात्र सैद्धांतिक ही नहीं है, इसकी सत्यता के कई प्रत्यक्ष प्रमाण मिले हैं और पुस्तकों में वर्णित तिथियों की पुष्टि भी इस पद्धति से हो चुकी है। उदाहरण के लिए कुछ रोचक तथ्यों का जिक्र करना जरूरी है।

बाइबिल में वर्णित प्राचीन वाला नगर जैरिको 9,000 वर्ष पुराना पाया गया है। मिस्र के पिरामिडों की आयु का अनुमान 5,000 वर्ष किया जाता था, रेडियो कार्बन विधि से इसकी पुष्टि हुई है। मिस्र के फेरो की समाधि में मिली नाव की आयु 3750 वर्ष कूती गई थी जो रेडियो कार्बन पद्धति से 3750 वर्ष पाई गई।

ऐसा अनुमान था कि उत्तरी गोलार्ध की अन्तिम हिमनदी लगभग 11000 वर्ष पहले प्रकट हुई थी, रेडियो कार्बन विधि ने इसकी पुष्टि भी की है। विस्कासिन में भूमि के नीचे एक जंगल दबा हुआ था। सभी वृक्ष एक ही दिशा में लेटे हुए पड़े थे। ऐसा लगता था मानो हिम नदी द्वारा जंगल दबा गया हो। वहाँ से प्राप्त लकड़ी के काल का निर्धारण जब रेडियो कार्बन विधि से किया गया तो ज्ञात हुआ कि ये वृक्ष 11000 वर्ष पूर्व मर चुके थे।

इतना ही नहीं, इस विधि से और भी तमाम ऐतिहासिक तथ्यों की पुष्टि हुई है, नये तथ्य उजागर हुए हैं। एक घटना का जिक्र बड़ा रोचक है। अमेरिका के बहुत से जल-उद्यानों में खिले गुलाबी कमल देखे जा सकते हैं। आप कहेंगे, भला इसमें आश्चर्य की क्या बात है? मगर ये कोई साधारण फूल थोड़े ही हैं। ये जिन बीजों से उगे हैं, वे 1000 वर्ष पुराने बीज हैं। ये बीज एक सूखी झील के अंदर कीचड़ में दबे मिले थे। रेडियो कार्बन विधि से उनकी आयु

4

42

## परमाणु और खाद्य परिरक्षण

खेतों, खलिहानों से लेकर हमारे मेज की थाली तक आने में खाद्य पदार्थों को नाना प्रकार के रोगाणुओं का शिकार होना पड़ता है। सूक्ष्म जीव (Microbes), जीवाणु (Bacteria), फफूंदी (Fungi), विषाणु (Virus) आदि इन्हें सड़ाते-गलाते ही रहते हैं। खाद्य-सामग्रियाँ तरो-ताजा और सद्गुण मुक्त बनीं रहे, इस नाते आरम्भ से ही हमने खाद्य को परिरक्षित करने की विधियाँ खोज निकाली हैं। इन पुरानी तरकीबों में अनाज, फलों, तरकारियों को सुखाना, उबालना, या फिर नमक, तेल-मसाले, शक्कर मिलाकर डिब्बों में बंद रखना और कुछ को बड़े-बड़े बतनों या कोठरियों में भंडारित करना शामिल है। फिर भी परिरक्षण की पक्की और पूण गारंटी नहीं। वदाचित्त इसी नाते इस दिशा में नित अनुसंधान हो रहे हैं और खाद्य परिरक्षण की नई-नई युक्तियाँ तलाशी जा रही हैं।

आगे चलकर शीतगृहों और प्रशीतकों (Refrigerators) का भी उपयोग किया जाने लगा। मगर परमाणुओं ने इस क्षेत्र में कमाल कर दिखाया है। परमाणु नाभिकों से निकलने वाले विकिरण खाद्य पदार्थों की रक्षा करते हैं। एक सीमा के अतगत विकिरणों की मात्रा इन्हें देने से या तो सभी आक्रामक सूक्ष्म जीव, जीवाणु आदि मर जाते हैं अथवा उनकी बाढ कम हो जाती है और इस तरह लम्बी अवधि तक खाद्य सामग्रियाँ सुरक्षित रह सकती हैं। खाम बात यह है कि इन विकिरणों के प्रभाव से उनकी 'गुणवत्ता' (फूड

वैद्यु) भी नष्ट नहीं होती। पोषकता ही नहीं, उनके स्वाद और गंध में भी कोई कमी नहीं आती।

रेडियो समस्थानिक 'कोबाल्ट-60' से निकलने वाले गामा विकिरण का उपयोग कर खाद्य परिरक्षण किया जाता है। परिरक्षित की जाने वाली खाद्य सामग्री पर आवश्यकतानुसार गामा विकिरण डाले जाते हैं।

विकिरण मापन की इकाई 'रेड' कहलाती है। किसी वस्तु के एक ग्राम में 100 अर्ग शक्ति के बराबर विकिरण की शोषित मात्रा एक रेड कहलाती है।

विकिरणों की अल्पमात्रा (3 लाख 'रेड' तक) डालने से ये घातक जीव पूरी तरह से नष्ट तो नहीं होते पर उनकी घाट रक जाती है और खाद्य सामग्री लगभग तिगुने समय तक सुरक्षित बनी रहती है।

इसके विपरीत विकिरण की उच्च मात्रा (40-50 लाख रेड) डालने से आक्रमणकारी जीवाणु पूरी तरह से नष्ट हो जाते हैं। फिर तो खाद्य सामग्री वर्षों तक सुरक्षित रह सकती है।

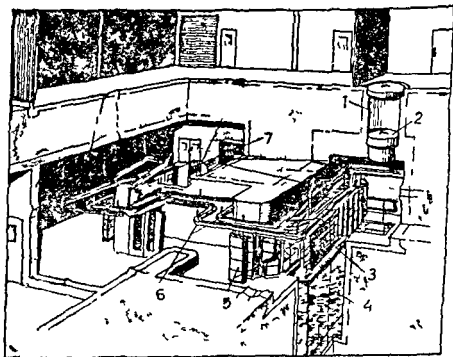
विकिरण देते समय यह ध्यान रखना जरूरी होता है कि खाद्य सामग्री को किस जीव विशेष से मुक्त करना है। चूंकि एक ही मात्रा से सभी जीव नष्ट नहीं होते अतः अलग-अलग जीवों को नष्ट करने के लिए विकिरणों की अलग-अलग मात्राएँ जरूरी हैं। विशेषतः विषाणुओं के लिए विकिरणों की उच्च मात्रा की आवश्यकता पड़ती है। बीटा अथवा गामा विकिरणों की कम मात्रा देने को पाश्चुरीकरण (Pasteurization) तथा इन्हीं विकिरणों की अधिक मात्रा (Higher dose) देने को निर्जीवीकरण (Sterilization) कहते हैं। पाश्चुरीकरण में खाद्य सामग्री को प्रायः 200,000 से लेकर 500,000 रेड के विकिरण की मात्रा आवश्यक होती है। खाद्यान्तों के कीड़ों-मकोड़ों को निष्क्रिय करने के लिए 20,000 से 50,000 रेड विकिरण की आवश्यकता पड़ सकती है तो फूलों के अंदर के कीड़ों को नष्ट करने के लिए 50,000 रेड विकिरण प्रभावी होंगे।

इसके साथ इस बात का भी ध्यान रखना होता है कि विकिरणों के प्रभाव से खाद्य सामग्रियों में कहीं ऐसे परिवर्तन तो नहीं हो रहे हैं जो विषले हों। अतः हर तरह की खाद्य सामग्रियों पर अलग-अलग परीक्षण करके उनकी मात्राएँ निर्धारित की गई हैं जिनसे खाद्य परिरक्षित किए जाते हैं।

दुनिया का सबसे पहला 'खाद्य विकिरण सयत्न' मॉड्रियल (कनाडा) में स्थापित हुआ था। अब तो प्रायः सभी उन्नत परक राष्ट्रों में ऐसे सयत्न स्थापित किए जा चुके हैं। भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, बम्बई में भी ऐसा केंद्र



स्थापित किया गया है, जहाँ कोबाल्ट-60 के विकिरणों के प्रयोग से प्याज अन्य कदों तथा बहुत से फलों को फिरंगित करके वाणिज्यिक स्तर पर लम्बे समय तक सुरक्षित रखने के लिए युक्तियाँ विकसित की गई हैं।



‘कोबाल्ट—60’ के विकिरण से खाद्य परिवर्तित करने का सयंत्र

1 शील्डिंग पूल में कोबाल्ट-60 प्रवेश कराने वाला द्वार

2 शील्ड प्लग 3 कोबाल्ट-60, 4 पानी, 5 खाद्य

समाप्ति, 6 कवेयर 7 मट्रोल

खाद्य विकिरणों पर जब अनुसंधान कार्य शुरू हुआ था तो इसके विरोधियों की भी कमी नहीं थी। उनकी दलील थी कि विकिरित खाद्य घातक है और बीमारियों को जन्म देंगे पर प्रयोगों ने सिद्ध कर दिया कि विकिरण अत्यन्त निरापद हैं और पैक खोलते ही विकिरण का प्रभाव समाप्त हो जाता है। फिर हजारों जन्तुओं को प्रयोगशालाओं में विकिरित खाद्य दिए गए और उनके अहानिकारक पाये जाने पर मनुष्यों पर भी इनकी आजमाइश की गई। कहना न होगा कि ये विपाकत नहीं थे। फिर विभिन्न प्रयोगों में हर खाद्य

सामग्री के लिए दिए जाने वाले विवरण की मात्रा निर्धारित की गई और धीरे धीरे घाघ परिवरण का यह तरीका आम चलन में आ गया ।

आज पाह आम हो या सेब, अमरुद हा या चीरू या नि गले, प्याज, आलू, मटर, सेम या मशरूम और यहाँ तक कि मास, मछली और अडे भी विवरणों के जरिए परिवरक्षित किए जाते हैं और उन्हें सावधानी से डिब्बों में बन्द करके दूसरे देशों को निर्यात किया जाता है । निस्सदेह घाघ परिवरण का यह तरीका व्यापारिक महत्व का साबित हुआ । इस तरह परमाणु मातव सेवा में अपनी भूमिका अदा कर रहे हैं ।



## रेडियो समस्थानिक : उपयोग के विविध क्षेत्र

हम जान चुके हैं कि अस्थिर नाभिक स्थायित्व प्राप्त करने के लिए विकिरणों का उत्सर्जन करते रहते हैं। तत्वों की यह प्रकृति उन्हें अपने किसी समस्थानिक में बदल देती है। अस्थिर समस्थानिक को रेडियोधर्मी समस्थानिक या संक्षेप में रेडियो समस्थानिक (Radio isotope) कहते हैं। लगभग 2000 स्थिर और रेडियो धर्मी आइसोटोपों की पहचान हम कर चुके हैं।

यूँकि ये समस्थानिक चिकित्सा, उद्योग, विज्ञान, धातु कर्म, कृषि आदि विविध क्षेत्रों में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, अतः परमाणु भट्टियों में कृत्रिम रूप से इनका उत्पादन किया जाता है। ये कृत्रिम रेडियो समस्थानिक कहलाते हैं। आज हमारे पास प्रायः सभी तत्वों के रेडियो समस्थानिक ज्ञात हैं। इनमें से अधिकांश का निर्माण तत्वों के नाभिकों पर मंद गति वाले न्यूट्रॉनों की बौछार करके किया जाता है। एक रेडियो समस्थानिक के भी वही गुण होते हैं, जो उस मूल तत्व के स्थिर समस्थानिक के होते हैं।

रेडियो समस्थानिकों से उत्सर्जित ऐल्फा या बीटा कण एक तरह के आयनकारी विकिरण (ionizing radiation) हैं, अतः ये जिस पदार्थ से होकर गुजरते हैं, उसके परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनों को अपनी उच्च ऊर्जा से धकेल कर बाहर कर देते हैं। रेडियो समस्थानिकों का यह आयनकारी प्रभाव कैंसर जैसी भयंकर व्याधियों के इलाज में लाभकारी सिद्ध हुआ है। कैंसर वस्तुतः तेजी

से और अनियमित रूप से युद्धिकारी कोशिकाओं का प्रतिफल होता है, अतः इन विकिरणों से कैंसर ग्रस्त कोशिकाओं को नष्ट किया जा सकता है। आजकल रेडियम, कोबाल्ट और सीजियम के रेडियो समस्थानिकों का उपयोग कैंसर के इलाज में होता है। चूँकि आयनीकृत परमाणु रासायनिक प्रक्रियाओं से अपने आस-पास के अणुओं को भी प्रभावित कर देते हैं, अतः ये जीवधारियों के लिए घातक भी हैं। इनके प्रयोग में बड़ी सावधानी बरतने की जरूरत पड़ती है।

पालीसाइमीया बेरा एक ऐसा रोग है जिसमें शारीरिक रक्त के आयतन में अनियमित बढ़ोत्तरी हो जाती है और लाल रक्त कणिकाओं की संख्या भी बढ़ जाती है। इसके इलाज में फास्फोरस का एक रेडियो समस्थानिक (P-32) उपयोगी सिद्ध हुआ है। रोगी को इसकी मात्रा पिला देने से इसका अधिकांश रक्त द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। इसके द्वारा विकिरित होने वाली बीटा किरणें अस्थि मज्जा (Bone Marrow) को प्रभावित कर देती हैं और लाल रक्त कणिकाओं की उत्पत्ति रुक जाती है और इस तरह रोग पर काबू पा लिया जाता है।

रेडियो समस्थानिक अपने मूल समस्थानिकों जैसा ही गुण प्रदर्शित करते हैं। यदि शरीर में इनकी मात्रा पहुँचा ही जाय तो ये उसी भाग का अनुसरण करेंगे, जिससे होकर उसका स्थिर समस्थानिक गुजरता है। आयोडीन जैसे कुछ तत्वों के शरीर के कुछ हिस्सों में जमाव से वे अग ठीक से काम करना बंद कर देते हैं। रोगी को दी गई रेडियो आइसोटोप की मात्रा से उत्सर्जित होने वाले विकिरणों से रोग के स्थान और अवस्था की पहचान की जा सकती है।

पूरा शरीर चित्रण (Whole Body Scanning) एक ऐसी युक्ति है जिसमें थायराइड, यकृत, गुर्दा, मस्तिष्क, प्लेसेन्टा आदि अंगों के चित्र (स्कैन) प्राप्त कर लिए जाते हैं। ये फोटो चित्र तत्काल अंग के आकार और स्थान, उसकी क्रियाशीलता का संकेत दे देते हैं। ब्रेन ट्यूमर सरीखी असामान्यताएँ सूक्ष्मता से सूचित की जा सकती हैं। इससे आवश्यकतानुसार निदान और शल्य क्रिया में पर्याप्त लाभ मिलता है। इडियम और टेक्नीशियम के समस्थानिक रोगी के विकिरण खतरे को कम करने के लिए स्कैनिंग में प्रयुक्त किए जाते हैं।

दिल्ली में भी न्यूक्लीय औषधि व सम्बद्ध विज्ञान संस्थान में एक अत्यंत सुग्राही होल वॉंडी काउंटर की स्थापना की गई है, जो विभिन्न प्रकार के रक्तमात्रा, लोह और विटामिन—12 उपापचयन, विभिन्न रोग अवस्थाओं में शरीर में पोटेशियम की मात्रा परिवर्तन सम्बन्धी लाक्षणिक समस्थानिकों के अध्ययन के लिए उपयोगी सिद्ध हुआ है।

पेटी में उगने वाली घरपतवार, फंगलों को उष्ट करने वाले कीट मकोछे और अयमादप रोगों के कारण प्रतिवय जिमानों को भारी हानि उंयानी पड़ती है और फिमिदह उगछे राष्ट्रीय विवाग की धारा में बाधा उत्पन्न होती है। रेडियो समस्थानिकों ने अनुरेखक (Tracer) के रूप में इस क्षति का यम करने में अपनी अहम भूमिका निभायी है। अनुरेखक पशुओं, पेड-पौधा, घरती, और कीटों के अध्ययन में सहायक हुए हैं।

पौधों के पोषण और तरसम्बन्धी उपापचयी क्रियाओं के भी समयने में रेडियोट्रेसरों से मदद मिली है। फास्फोरम के समस्थानिक (P-32) को रेडियो ट्रेसर के रूप में प्रयुक्त कर यह जानकारी हासिल हुई कि पौधों के प्रारम्भिक जीवन काल में फास्फोरम उवरक की अधिव जरूरत होती है। रेडियो ट्रेसरों से हमें यह भी जानकारी मिलती है कि किस उवरक की पेटी में वहाँ और कितनी जरूरत है। रेडियो विकिरणों के प्रयोग से पौधों की नई प्रजातियाँ—रोगरोधी और उन्नत किस्में—विकसित की जाती हैं। इन विकिरणों के डालने से प्रजातियों में उत्परिवर्तन (Mutation) की क्रिया हो जाती है यानी पादप कोशिकाओं में जीन स्तर (Genetic level) पर परिवर्तन हो जाते हैं जो सबया नए गुणों को जन्म देते हैं और इस प्रकार प्रजाति सुधार और पादप अनुसंधान में रेडियो समस्थानिक सहायक हो रहे हैं।

दिल्ली स्थित भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान में स्थापित गामा गाडन में रेडियो विकिरणों के प्रयोग से पौधों की नई-नई किस्में निकाली गई हैं।

विकिरण एण्टोमोलॉजी (कीट विज्ञान) के क्षेत्र में दिल्ली स्थिति न्यूक्लीय औषधि तथा सम्बद्ध विज्ञान संस्थान में महत्वपूर्ण कार्य हुए हैं। वहाँ पर कीटनाशी प्रतिरोधक के विकास तथा कीटनाशियों के अधिकाधिक प्रयोग से उत्पन्न वातावरणीय प्रदूषण में कीटों और बाहक जीवों के नियंत्रण के लिए नई युक्तियों के विकास सम्बन्धी शोध कार्य किए जाते हैं। विकिरण प्रक्रिया द्वारा मच्छरों के नियंत्रण में पर्याप्त सफलता मिली है।

धातु विज्ञान और विभिन्न उद्योगों में भी रेडियो आइसोटोप प्रयुक्त किए जाते हैं। रेडियो विकिरणों की मदद से धातुओं के वस्तुओं की मोटाई ज्ञात की जाती है, उनमें पडने वाली दरारों का पता लगाया जाता है तथा धातु पाइपों की भी जाच-पडताल की जाती है कि कहीं उनमें सुराख आदि तो नहीं हैं।

रेडियो विकिरण उच्च बहुलकों (High Polymers) द्वारा वस्तुओं के निर्माण में सहायक है। विकिरण प्रभाव से प्लास्टिक जैसे पदार्थ नए-नए गुण अर्जित कर लेते हैं।

रेडियो समस्थानिक वस्तुओं की आयु मापन में भी सहयोगी है। रेडियो-धर्मिता तत्वों का एक प्राकृतिक लक्षण है। प्रकृति में कई रेडियोधर्मी तत्व मिलते हैं। पोटेशियम के हर एक लाख परमाणुओं में एक परमाणु रेडियोधर्मी होता है। यह क्षय होकर अतट आर्गन के स्थिर समस्थानिक में बदल जाता है। इसका अर्धजीवन 1 अरब वर्ष से भी अधिक है। धरती की सतहों में कई ऐसे समस्थानिक विद्यमान हैं। किसी चट्टान के नमूने में उपस्थित पोटेशियम यौगिकों से निकल रहे समस्थानिक क्षय की तुलना ताजे पोटेशियम समस्थानिक क्षय से करके हम यह ज्ञात कर सकते हैं कि उक्त चट्टान कितनी पुरानी है क्योंकि समय के साथ रेडियोक्षय की रफ्तार सुस्त पड़ती जाती है। आयु मापन की यह विधि रेडियोधर्मी मापन (Radio active dating) कहलाती है। इस विधि से धरती की आयु 3-4 अरब वर्षों के बीच आकी गई है।

रेडियो कार्बन की मदद से कुछ हजार वर्षों पुरानी चीजों की आयु का निर्धारण किया जा सकता है। रेडियो कार्बन डेटिंग के बारे में हम पीछे विस्तार में चर्चा कर चुके हैं।

इस तरह से देखा जाय तो नाना रूपों में रेडियो समस्थानिक हमारी सेवा में रत है।

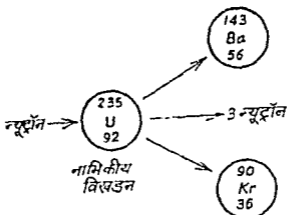


## परमाणुओं की अपार शक्ति

आस्ट्रिया में जन्मी महिला भौतिक विज्ञानी लिज माइत्नर (Lise Meitner) ने नाभिकीय भौतिकी के क्षेत्र में जो अनुसंधान काय किया, वस्तुतः उसने उस भावी शिष्य विज्ञान की आधारशिला रखी, जिसकी मदद से आदमी ने परमाणुओं के अंदर छिपी असीम शक्ति स्रोत का रहस्य पा लिया और फिर आगे चल कर परमाणु शक्ति के उत्पादन और नियंत्रण की प्रक्रिया विकसित की गई।

उन्होंने बर्लिन के कैसर विल्हेल्म इंस्टिट्यूट में अपने जीवन के लगभग तीन दशक बिताये। यहाँ पर प्रख्यात भौतिक-रसायनज्ञ आटो हान (Otto Hahn) के साथ कई महत्वपूर्ण अनुसंधान काय किए। उन्होंने प्रोटेक्टिनियम (Pa) नामक एक नए तत्व के अति-रिक्त कई रेडियोधर्मी तत्वों का पता लगाया। इसी इंस्टिट्यूट में हान और लिज माइत्नर ने न्यूट्रानों पर काय आरम्भ किया और यूरेनियम पर न्यूट्रानों की बौछार के प्रभावों को देखने के लिए कई प्रयोग किए।

1938 में जब उनके देश पर नाज़ियों ने आक्रमण किया तो वे जर्मनी छोड़कर स्वीडन चली गईं। माइत्नर के चले जाने के बाद भी आटो हान ने फ्रिट्स स्ट्रासमान (Fritz Strassman) के साथ ये परीक्षण जारी रखे। हान और स्ट्रासमान दोनों को यूरेनियम पर न्यूट्रानों की बौछार के बाद प्राप्त अवशेष (residue) में बेरियम की उपस्थिति से बड़ा आश्चर्य हुआ। उस समय लिज



न्यूट्रॉन कण यूरेनियम के भारी नाभिक को अपेक्षाकृत दो हल्के नाभिकों में तोड़ता है

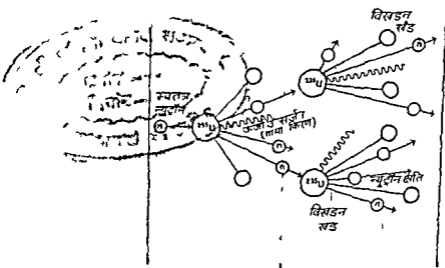
माइलर डेनमार्क में काम कर रही थी। जब उत्पाद रूप में बेरियम जैसे तत्व के बनने की सूचना उन्हें मिली तो माइलर और उनके भतीजे आटो फ्रिश् (Frisch) ने, जनवरी 1939 में, बताया कि जिस प्रक्रिया के परिणाम स्वरूप बेरियम के समस्थानिक का निर्माण हुआ है, उसे नामिकीय विखंडन (Nuclear Fission) की संज्ञा दी जा सकती है। उन्होंने यह भी घोषित किया कि न्यूट्रानों की बमबारी के पश्चात् यूरेनियम का नामिक विखंडित होकर बेरियम और अन्य हल्के तत्वों के समस्थानिकों का नामिक बनाता है।

माइलर और फ्रिश् की इस घोषणा के प्रकाशन के बाद नील्स बोर ने अमेरिका की यात्रा की और वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन से इन प्रयोगों की चर्चा की। निस्संदेह एक नए विज्ञान का आविर्भाव हो रहा था और सारी दुनिया में वैज्ञानिक जगत उत्सुकता से नए परिणामों की प्रतीक्षा कर रहा था। अगले तीन माह के दौरान इस सर्वमान्य तथ्य की स्थापना हो गई कि मद गति वाले न्यूट्रानों की जब यूरेनियम नामिक पर बमबारी की जाती है तो वह अपेक्षाकृत हल्के नामिकों में टूटता है।

यह ऐसा समय था जब कि नामिकीय भौतिकी के क्षेत्र में ससार के हर कोने में कार्य हो रहे थे। जोलियोक्कुरी दम्पति फ्रांस में सत्रिय थे तो फर्मी और जोलार्ड सरीखे वैज्ञानिक अमेरिका में। इन कार्यों की खबर पाकर आइन्स्टाइन ने अमेरिकी राष्ट्रपति रूजवेल्ट को एक पत्र लिखा जिसमें उन्होंने इंगित किया था कि निकट भविष्य में यूरेनियम एक महान शक्ति स्रोत सिद्ध हो सकता है। साथ ही इससे अत्यधिक मारक शक्ति वाले बम भी बनाए जा सकते हैं।



राष्ट्रपति ने नाजी दमन को रोकने के लिए तत्काल कदम उठाया और इस तरह इस महान शक्ति का उपयोग पहले परमाणु बम के रूप में किया गया, आगे चलकर शांतिपूर्ण कामों में इसे प्रयुक्त किया गया।



एक स्वतंत्र न्यूट्रॉन यूरेनियम-235 को दो हल्के नाभिकों में तोड़ता है। इसके साथ ही ऊर्जा उत्सर्जित होती है तथा 2 या 3 न्यूट्रॉन निकलते हैं जो विखंडन की प्रक्रिया को जारी रख सकते हैं।

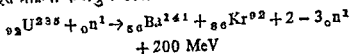
### नाभिकीय विखंडन (Nuclear fission)

आज यह भलीभाँति ज्ञात है कि जर्मन वैज्ञानिको-हान और स्ट्रासमान-की खोजों से ज्ञात हुआ कि जब मद गति वाले न्यूट्रॉन से यूरेनियम नाभिक को 'हिट' करते हैं तो वह दो हल्के टुकड़ों में विभाजित हो जाता है। दोनों उत्पाद टुकड़े समान नहीं होते।

वैज्ञानिकों की धारणा है कि ऐसे 90 सभावी नाभिक हैं जो यूरेनियम नाभिक के विखंडन के फलस्वरूप उत्पन्न हो सकते हैं। विखंडन के फलस्वरूप उत्पादों के दो सभाव्य समूह हैं। एक तो हल्के तत्व बन सकते हैं जिसकी परमाणु संख्याएँ 85 से लेकर 104 तक हो सकती हैं और दूसरे भारी तत्वों के नाभिक बन सकते हैं जिनके परमाणु क्रमांक 130 से लेकर 149 तक हो सकते हैं।

यूरेनियम के तीनों समस्थानिकों में से जिस पर प्रभाव पड़ता है वह है यूरेनियम-235 और प्रकृति में पाये जाने वाली इसकी मात्रा 0.7% होती

है। पहले ही बताया जा चुका है कि सभाव्य उत्पादों की संख्या बहुत हो सकती है पर इस प्रक्रिया के प्रमुख उत्पाद बेरियम और क्रिप्टन है।



यूरेनियम के एक नाभिक के टूटने के फलस्वरूप 200 मिलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट से भी अधिक ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

प्रारम्भिक नाभिक के द्रव्यमान और उत्पाद नाभिकों के द्रव्यमान में थोड़ा अंतर होता है। मूल नाभिक के द्रव्यमान में जो क्षति होती है, वह आइन्स्टाइन के 'द्रव्य ऊर्जा समीकरण' ( $E = mc^2$ ) के अनुसार ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। ऊर्जा का उत्सर्जन विभिन्न रूपों में कुछ इस प्रकार होता है।

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| विखण्डन खण्डों की गतिज ऊर्जा       | 165 MeV      |
| न्यूट्रॉन की गतिज ऊर्जा            | 5 MeV        |
| गामा किरण के उत्सर्जन से           | 7 MeV        |
| रेडियोधर्मी क्षय से ऊर्जा उत्सर्जन | 23 MeV       |
| कुल विखण्डन ऊर्जा                  | लगभग 200 MeV |

### शृंखला प्रक्रिया (Chain Reaction)

एक न्यूट्रॉन से आरंभ हुई परमाणु विखण्डन की क्रिया में 2-3 न्यूट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। इनमें पर्याप्त ऊर्जा होती है और ये यूरेनियम-235 के दूसरे नाभिकों को तोड़ सकते हैं। इसमें भी न्यूट्रॉन निकलते हैं। तात्पर्य यह कि एक शृंखला प्रक्रिया आरंभ हो जाती है।

शृंखला प्रक्रिया को यदि नियंत्रित कर लिया जाय तो विखण्डन में उत्पन्न ऊर्जा का उपयोग सृजनात्मक कार्यों में किया जा सकता है। उससे बिजली बनायी जा सकती है और इसका उपयोग जलपोतो, पनडुब्बियों के संचालन तथा अन्य दैनिक कार्यों में किया जा सकता है। इस युक्ति को नियंत्रित शृंखला प्रक्रिया (Controlled Chain Reaction) कहते हैं।

इसके विपरीत जब शृंखला प्रक्रिया स्वतंत्र रूप से होने दी जाती है तो उसे अनियंत्रित शृंखला प्रक्रिया (Uncontrolled Chain Reaction) कहते हैं। वस्तुतः इसी आधार पर परमाणु बम बनाए जाते हैं। नियंत्रित न किए जाने पर प्रक्रिया बड़ी तेजी से होती है और अत्यधिक ऊर्जा उत्सर्जन के साथ ही भीषण विस्फोट होता है।

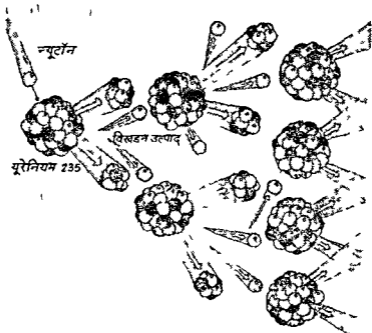
परमाणु भट्टियों में शृंखला प्रक्रिया को नियंत्रित किया जाता है। परमाणु

विखंडन की शृंखला प्रक्रिया का पहला सफल परीक्षण 2 दिसम्बर 1942 को अमेरिका में रह रहे इटली के वैज्ञानिक एनरिको फेरमी ने किया। शिकागो विश्वविद्यालय के स्टेडियम के नीचे बने वीरान स्क्वैश कोर्ट में सप्ताह की पहली परमाणु भट्टी बनाई गई थी और प्रायोगिक स्तर पर शृंखला प्रक्रिया का सत्यापन हुआ।

परमाणु रिएक्टर के अंदर चेष्टा यह की जाती है कि विखंडन प्रक्रिया धीमी गति से हो। इसके लिए विखंडनीय यूरेनियम के समस्थानिक यूरेनियम-235 और यूरेनियम-238 का मिश्रण लिया जाता है। प्रकृति में U-238 तो बहुतायत से (99.28%) मिलता है पर यूरेनियम-235 अत्यल्प (0.72%) मात्रा में मिलता है। शृंखला प्रक्रिया आरंभ करने के लिए प्राकृतिक ईंधन का सवर्धन (Enriching) करना पड़ता है यानी उसमें U-238 की या तो मात्रा बढ़ानी पड़ती है अथवा प्लूटोनियम मिलाना पड़ता है। प्लूटोनियम-239 को धीमे न्यूट्रॉन से टकराने पर शृंखला प्रक्रिया आरंभ हो जाती है, अतः यह भी अच्छी ईंधन सामग्री है। परमाणु रिएक्टरों में यूरेनियम के विखंडन से प्लूटोनियम का उत्पादन भी होता है। इसे आसानी से ईंधन सामग्री से अलग भी किया जा सकता है।

तेज गति वाले न्यूट्रॉनों से विखंडन प्रक्रिया आरंभ किये जाने वाली भट्टियाँ तीव्र भट्टियाँ कहलाती हैं। इनमें ईंधन के रूप में शुद्ध Pu 239 इस्तेमाल किया जाता है। इसके विपरीत ताप परमाणु भट्टियाँ (Thermal Reactors) में मंदको (Moderators) के प्रयोग से तेज गति वाले न्यूट्रॉनों को धीमा कर दिया जाता है। U-238 के स्थायी समस्थानिक द्वारा इनका शोषण भी नहीं होता फलस्वरूप मंद गति वाले न्यूट्रॉन अधिक सख्या में हो जाते हैं और U-235 के नाभिकों के विखंडन के लिए न्यूट्रॉन मिल जाते हैं। विखंडन के फलस्वरूप पर्याप्त ऊष्मा निकलती है। इससे प्रशीतक (Coolant) को गर्म किया जाता है जिससे पानी भी उबलने लगता है। पानी से बनी भाप से परमाणु बिजली घरों में टरबाइन घुमाते हैं और इससे जनरेटर चलता है जिससे बिजली बनती है। सप्ताह के बहुत से देशों में ऐसे ताप रिएक्टर आज भी चल रहे हैं। जैसे भविष्य की निगाहें तीव्रजनक भट्टियों (Fast Breeder Reactors) की ओर हैं।

परमाणु रिएक्टरों में शक्ति उत्पादन के अतिरिक्त परमाणु ईंधन का उत्पादन किया जाता है और कृत्रिम रेडियो आइसोटोप भी निर्मित किए जाते हैं जिनका चिकित्सा, कृषि, वैज्ञानिक अनुसंधान में भरपूर उपयोग होता है।



## नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)

परमाणु विखंडन में किसी तत्व का भारी नाभिक अपेक्षाकृत हल्के नाभिकों में टूटता है। इसके विपरीत जब हल्के तत्वों के दो नाभिक संयुक्त होते हैं तो एक भारी नाभिक बनता है। यह क्रिया 'नाभिकीय संलयन' अथवा 'ताप नाभिकीय क्रिया' कहलाती है। उत्पाद स्वरूप बनने वाले नाभिक का द्रव्यमान संयोजी नाभिकों के द्रव्यमान से थोड़ा कम होता है। द्रव्यमान की यह कमी ऊर्जा में बदल जाती है। परमाणु बम से हजार गुना अधिक शक्तिशाली हाइड्रोजन बम वस्तुतः इसी सिद्धांत पर आधारित है। सूर्य की अपार ऊर्जा का भी रहस्य यही संलयन प्रक्रिया है।

यह ताप नाभिकीय प्रक्रिया तभी सम्पन्न हो सकती है जबकि ड्यूटेरियम के परमाणु अत्यधिक ताप पर आपस में संलयित हों। इस क्रिया को सम्पन्न करने के लिए करोड़ डिग्री से० से भी अधिक ताप की आवश्यकता होती है। जाहिर है कि इतना ताप धरती पर सामान्यतः उत्पन्न नहीं किया जा सकता, इतना ताप सूर्य या अन्य तारों में अवश्य होता है। इतना ताप परमाणु बम के विस्फोट से ही उत्पन्न कराया जा सकता है। हाइड्रोजन बम में संलयन प्रक्रिया उत्पन्न करने के लिए परमाणु बम का पहले ही विस्फोट किया जाता है।

यदि भविष्य में परमाणु भट्टियों की तरह संलयन भट्टियाँ (Fusion Reactors) बनायी जा सकें तो इनसे बिजली बनाना काफी सस्ता रहेगा। यूरेनियम काफी महंगी पडती है। इसकी तुलना में हाइड्रोजन ईंधन काफी सस्ता और सर्व सुलभ है। इसमें हाइड्रोजन का समस्थानिक ड्यूटेरियम ईंधन के रूप में प्रयुक्त किया जायेगा। और यह समुद्री पानी से आसानी से मिल सकेगा। परमाणु भट्टियों में प्रक्रिया के फलस्वरूप रेडियोधर्मी कचड़ा उत्पन्न होता है, जिसकी निपटान करना अपने आप में समस्या है। संलयन प्रक्रिया में ऐसा कोई कचड़ा नहीं उत्पन्न होता अतः ये भट्टियाँ प्रदूषण मुक्त होंगी।

संलयन भट्टियों के निर्माण की दिशा में यद्यपि बहुत सी प्रयोगशालाओं में कार्य हो रहे हैं पर अभी तक इस दिशा में सफलता नहीं मिली है। इस क्रिया को आरंभ करने के लिए जिस लाखों डिग्री ताप की जरूरत होगी, उसे उत्पन्न करना आसान नहीं। यदि ऐसा करना संभव भी हो तो इसे बर्दाश्त करने वाले किसी पदार्थ की खोज नहीं हो पायी है। समस्या यह है कि किस धातु के पात्र में यह प्रक्रिया सम्पन्न होगी। हाल में हुए अनुसंधानों में चुम्बकीय क्षेत्रों को बर्तन की दीवारों के रूप में इस्तेमाल करने की युक्ति सुझायी गई है। इतना उच्च तापमान भी प्राप्त करने की तकनीक खोज ली गई है पर यह ताप अल्प अवधि के लिए ही प्राप्त किया जा सकता है, इसके दीघन की आवश्यकता है। देखिए, शायद भविष्य में कभी ऐसा हो सके तो हाइड्रोजन बम का कलुष धोया जा सकेगा।

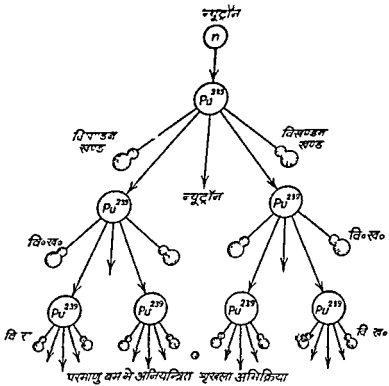


## परमाणुओं के अभिशाप

परमाणुओं का पाश तोड़ कर आदमी ने परमाणुओं में निहित अपार शक्ति का रहस्य तो पा लिया था पर खेद है कि उसका दुरुपयोग ही किया गया। हिरोशिमा और नागासाकी हमारी हैवानियत के गवाह ही नहीं, समूची मानव जाति के दुर्भाग्यपूर्ण भविष्य के सूचक भी हैं।

न्यू मैक्सिको स्थित लास अलामोस नामक स्थान पर 16 जुलाई, 1945 को डॉ० राबर्ट ओपनहाइमर के निर्देशन में पहले परमाणु बम का परीक्षण किया गया था और ठीक 22 दिन बाद 6 अगस्त 1945 को हिरोशिमा पर एक हवाई जहाज से बम डाल दिया गया। देखते ही देखते 3 लाख 40 हजार की आबादी मीत के नगर में तब्दील हो गयी। मकान धू-धू करके जलने लगे, उनकी खिड़कियाँ, दरवाजे और छते उड़ गयीं। पशु-पक्षी और आदमी सभी इसकी भेंट चढ़ गए। धूल और धुएँ का ऐसा काला बादल उठा कि मानो उसने समूचे आसमान को लील लिया हो। विस्फोट के क्षणों का प्रभाव 17 किलोमीटर दूर तक के मकानों पर भी पडा। शहर के लगभग 90 प्रतिशत मकान क्षतिग्रस्त हो गए।

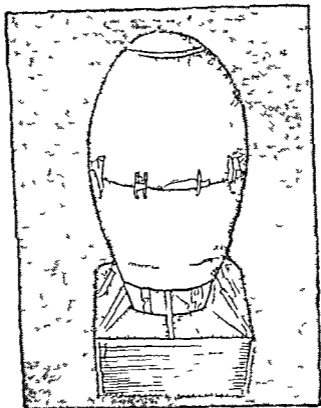
तीन दिन बाद नागासाकी पर भी ऐसा ही बम गिराया गया और ऐसी ही तबाही वहाँ भी देखी गयी। अमेरिकन स्ट्रेटजिक बाँबिंग सर्वे के अनुसार दोनों शहरों की जन संचार सुविधाएँ और



विजली व्यवस्था नष्ट हो गयी थी। भाग बुझाने वाली सारी गाड़िया बेंकार हो गई थी। इसके सारे कमचारी मौत के मुँह मे समा गए थे।

बम वाड मे लाखो बेगुनाह मौत की भेंट चढा दिए गए। और सौभाग्य से जो बचे भी, उनका इलाज करने वाला कोई नहीं। हिरोशिमा के अस्पतालो मे काम करने वाले 90 प्रतिशत डाक्टर भी मौत मे मुँह मे चले गए। बचे हुए गमीर रूपसे धायल थे। वहाँ काम करने वाले 200 डाक्टरों मे से बमुश्किल 30 डाक्टरों को महीने भर के इलाज के बाद बचाया जा सका। काम करने वाली 1730 नर्सों मे से 1654 नर्सें भी मौत की गोद मे सो गई। 45 सिविल अस्पतालो मे से अधिकाश के मात्र ढाँचे ही बचे। केवल 3 अस्पताल ऐसे थे जो काम मे आ सक ने लायक थे। इस समूची बिनाश लीला मे तकरीबन एक लाख अकाल प्रस्त हुए और लगभग इतने ही घातक विकिरणों की चपेट मे आए और वर्षों तक ढोते रहे अपनी अपाहिज लाश।

कुल मिला कर यह ऐसा दु खद प्रकरण था, जिसकी कोई मिसाल नहीं। जापानवासियों ने जो कुछ भोगा, उस भीषण नर-संहार के कुछ जीवत दृश्यों



जापान पर डाला गया 'फट मैन' नामक परमाणु बम

का हवाला, सौभाग्य वश बचे लोगो के सस्मरणो मे आपको पढने को मिल सकता है। कैसा दिल दहला देने वाला दृश्य था, सौभाग्य वश बची महिला श्रीमती ओगसाराका 6 अगस्त 1945 को उस खौफनाक सुबह को याद करती है

मैं बम के तेज धमाके से बेहोश हो गई थी, पता नहीं कितनी देर बेहोश पड़ी रही, जब मुझे होश आया तो मैंने स्वयं को फश पर पड़े हुए पाया। मेरे ऊपर लकड़ी के टुकड़े पड़े हुए थे। मैं पागल सी हो गई थी। हिम्मत करके उठी और चारो तरफ घूम कर देखा—जहाँ तक निगाह जाती थी केवल अंधेरा ही अंधेरा नजर आता था। मैं बुरी तरह से डर गई थी। मुझे ऐसा महसूस हो रहा था, जैसे कि कोई सामूहिक मृत्यु हुई हो और मैं ही केवल जिंदा बची हूँ। मेरे कपड़े चिथड़े बन कर लटक रहे थे, संबिल पता नहीं कहाँ गायब हो गए थे। कुछ समय बाद मुझे शहर के जलते हुए वातावरण मे घायलो की चीखने और



चिल्लाने लगी। आवाजें सुना देने लगी। कुछ रोने की आवाजें भी आ रही थीं। एसी फिर मुझे अपनी माँ और बड़ी बहन का ध्यान आया। मैंने उन्हें तलाश करनी शुरू किया। लेकिन वे कहीं भी दिखाई नहीं दे रही थीं। कुछ देर तलाश करने पर मैंने पाया कि मेरी माँ एक पानी के टैंक में पड़ी हुई थी। भगवान का शुकु था कि वह केवल बेहोश थी। उन्हें देख कर मैं फूट-फूट कर रोती रही तथा उसे पूव हिलाती रही। लेकिन वह तो होश में आने का नाम ही न ले रही थी। फिर मैंने अपनी बहन को तलाश किया तो मैंने उसे कबाड के ढेर के नीचे दबे हुए पडा पाया, जिसमें से केवल उसका सिर ही नजर आ रहा था। वह धीरे-धीरे अघबेहोशी की हालत में माँ-माँ करके बुदबुदा रही थी। उसे निकाल कर देखा, वह बहुत गम्भीर रूप से घायल थी।

अनेक अघजले लोग कबाड हटा हटा कर अपने बच्चों के नाम रोते हुए जोर-जोर से पुकार रहे थे। न जाने कितने मरे हुए और जिंदा लोग कबाड के नीचे दबे हुए थे। कुछ तो पानी-पानी पुकार रहे थे। लेकिन उस मौत की नगरी में पानी देने वाला भी कोई नहीं था।'

सचमुच, कितने लाचार और बेजार थे लोग। निशिदा नामक एक सज्जन उस दु पद हादसे को बयान करते हैं

'मैंने अपनी घायल पत्नी को कबाड से निकाल कर पास ही पहाड के साथ वह रही नदी के किनारे लिटाया हुआ था। उस दिन के अँधेरे में मैंने देखा कि पास ही एक बिलकुल नगा आदमी खडा हुआ है। उसके हाथ की हथेली पर उसकी निकली हुई आँख का गोला रखा हुआ है। वह बहुत ज्यादा घायल था और बहुत अधिक दु खी एव असहाय नजर आ रहा था। लेकिन असहाय मैं भी था क्योंकि उस जलते हुए शहर में कोई भी तो किसी की सहायता करने की स्थिति में न था।'

हालात ही ऐसे थे कि कोई चाह कर भी किसी की मदद नहीं कर सकता था। 'दि फ्रेट ऑफ द अथ' नामक पुस्तक में अभागो जापानवासियों के कितने ही हृदय विदारक प्रसंग दज हैं, जो हमारी पाशविक वृत्ति का खुलासा करते हैं। कितना लाचार था हिरोशिमा विश्वविद्यालय का वह प्राध्यापक जो अपनी जीवित पत्नी को नहीं बचा सका। बम विस्फोट के तत्काल बाद उसकी पत्नी एक लोहे की सहलीर के नीचे आ गयी। वह जिंदा थी। उसे बाहर खींच निकालने की हर चद कोशिश उसके पति ने की पर नाकामयाब रहा। आग की लपटें उनकी ओर बढ़ती जा रही थीं। अधिक देर तक रुके रहने पर वह स्वयं भी आग की चपेट में आ सकता था। उसकी पत्नी बार-बार उससे विनती

कर रही थी कि वह वहाँ से चला जाये। कितना लाचार था बेचारा। त्रिवश प्राध्यापक ने अपनी आँखों के आगे आग की लपटों में लिपटते अपनी पत्नी को देखा और हताश-निराश दुःखी मन से वहाँ से हट कर अपनी जान बचायी। कैसी विचित्र स्थिति थी कि चाह कर भी कोई अपने किसी प्रियजन की रक्षा नहीं कर सकता था। वैज्ञानिक खोज का यह कैसा अभिशाप था ?

इस प्रकरण ने लाखों को बेघरबार किया, न जाने कितनों के सुहाग उजाड़े और कितने अभाग्य बेटे-बेटियों को उनके माँ-बाप से जुदा किया तो कितने निस्सहाय वृद्ध दम्पतियों को बेसहारा भी। ऐसी ही अभागिन थी वह वह औरत जिससे उसका बच्चा बिछुड़ गया था और मिला भी तो विकृत रूप में। उस हादसे को वह याद करती है

‘मैं लगभग पागल हो गई थी। मुझे मेरा बेटा नहीं मिल रहा था। मैं रोती हुई जोर-जोर से उसका नाम पुकार रही थी। थोड़ी देर की तलाश के बाद वह मिल गया। मगर उसका मुँह बहुत अधिक सूजा हुआ था। चेहरा एक-दम सफेद पड़ गया था, मानो उसके शरीर से खून की एक-एक बूंद किसी ने निचोड़ ली हो। उसकी आँखें आधो खुली हुई थी तथा उसका जला हुआ सिर देख कर ऐसा लगता था मानो किसी ने उसे खोलते हुए पानी में उवाल दिया हो।’

कितनी खेद पूर्ण बात है कि इस नरक से भी बौरायी हुई दुनियाँ की आँखें नहीं खुली। बम का भंडारण अब भी जारी है। जानकारों का कहना है कि आज सत्तर भर को कुल विस्फोटक क्षमता 2 अरब टी एन टी के बराबर है। इसका आधा ही पूरी दुनियाँ को मरघट में तब्दील कर सकता है। शेष विस्फोटकों के इस्तेमाल की तो जरूरत ही नहीं पड़ेगी।

काश, हम इन भीषण सहारों से सबक ले सकते। आज तो परमाणु आयुधों का रख-रखाव और नियंत्रण कम्प्यूटरों के जरिए होता है। कम्प्यूटर की जरा सी लापरवाही से तीसरे विश्व युद्ध का बिगुल कभी भी बज सकता है।

कम्प्यूटर की गलती से विश्व युद्ध की शुरुआत होते-होते रही क्योंकि तत्काल ही गलती पकड़ में आ गयी थी। ऐसी गलती तीन बार एक अमेरिकी कम्प्यूटर से हो चुकी है। उत्तरी कोलोरेडो के एक पर्वतीय अंचल में लगे ‘हनीबेल’ नामक कम्प्यूटर ने 9 नवम्बर 1979, 3 जून और 6 जून 1980 को अमेरिका पर सोवियत हमले की सूचना दी पर तत्काल अन्य माध्यमों से

जाँचे-परखे जाने पर कम्प्यूटर के संकेत गलत पाए गए और तीसरा विश्व युद्ध छिड़ते-छिड़ते रह गया ।

यह तय है कि अब चाहे गलती कम्प्यूटर करे या आदमी, यदि दोनों महाशक्तियों के बीच युद्ध छिड़ा तो दुनियाँ एक और महायुद्ध देखेगी और वह होगा तीसरा विश्वयुद्ध, जिसमें एक और हिरोशिमा-नागासाकी की पुनरावृत्ति होगी—उसके भी कहीं अधिक विध्वंसक और भीषण नर संहारकारी !

## शस्त्रपूजको से

( शस्त्रो की होड मे लगे ) प्रमुख देशो के नेताओ को यहाँ आकर देखना चाहिए कि वास्तव मे इसका अर्थ क्या है । मेरा वश चले तो मैं प्रयोगशालाओ, परामर्श मंडलो, सामरिक कमानो और अनुसंधान सस्याओ के तमाम स्त्री-पुरुषो को यहाँ ले आऊँ । एक बार वे यहाँ आकर देख लें तो वे शायद प्रथम आक्रमण, प्रतिरोध, प्रत्याक्रमण जैसे मूखतापूण खेल खेलना छोड देंगे, जिनमे वे अभी लगे हुए है मानो यह कोई शतरंज का सुनियत्रित खेल हो । जो लोग बहते है कि आणविक युद्ध जीता जा सक्ता है, मैं चाहूँगा कि वे यहाँ आएँ और देखें । मुझे शक है कि उसके बाद वे कभी दुबारा ऐसी बातें कर सकेंगे ।'

—ओलोक पाम

स्वीडन के पूर्व प्रधान मंत्री

( 8 दिसम्बर, 1981 को हिरोशिमा नगर मे निरस्त्रीकरण एव सुरक्षा के सम्बन्ध मे स्वतंत्र अयोग के अध्यक्ष के रूप मे दिए गए व्याख्यान से )



